

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**Instituto de Ciências Biológicas**  
**Mestrado Profissional em Ensino de Biologia**

**Túlio Henrique Lemos**

**ENSINO INVESTIGATIVO DE EVOLUÇÃO POR MEIO DE VARIANTES VIRAIS**

Belo Horizonte  
2024

Túlio Henrique Lemos

## **ENSINO INVESTIGATIVO DE EVOLUÇÃO POR MEIO DE VARIANTES VIRAIS**

Trabalho de Conclusão de Mestrado - TCM apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia - PROFBIO do Instituto de Ciências Biológicas - ICB da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Área de Concentração: Ensino de Biologia

Macroprojeto: Percepção do Universo Microbiológico

Linha de Pesquisa: Origem da Vida, Evolução, Ecologia e Biodiversidade

Orientadora: Dra. Simone Cardoso Lisboa Pereira

Belo Horizonte  
2024

043

Lemos, Túlio Henrique.

Ensino investigativo de evolução por meio de variantes virais [manuscrito] /  
Túlio Henrique Lemos. – 2024.

74 f. : il. ; 29,5 cm.

Orientadora: Dra. Simone Cardoso Lisboa Pereira.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de  
Ciências Biológicas. PROFBIO - Mestrado Profissional em Ensino de Biologia.

1. Ensino - Biologia. 2. Evolução (Biologia). 3. Virologia. 4. Pesquisa  
Qualitativa. I. Pereira, Simone Cardoso Lisboa. II. Universidade Federal de  
Minas Gerais. Instituto de Ciências Biológicas. III. Título.

CDU: 372.857.01



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
ICB - COORDENAÇÃO DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA LOCAL

### **ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO/TESE**

INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MESTRADO PROFISSIONAL DE ENSINO EM BIOLOGIA

ATA DE DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE MESTRADO DE **TÚLIO HENRIQUE LEMOS.**

**DEFESA Nº. 0011 ENTRADA 1º/2022**

No dia **28 de março de 2024, às 16:00 horas**, reuniram-se, presencial, na sala de Seminário do ICB, bloco G4-23, os componentes da Banca Examinadora do Trabalho de Conclusão de Mestrado, indicados pelo Colegiado do PROFBIO/UFMG, para julgar, em exame final, o trabalho intitulado: **“ENSINO INVESTIGATIVO DE EVOLUÇÃO POR MEIO DE VARIANTES VIRAIS”**, como requisito final para a obtenção do grau de Mestre em Ensino de Biologia, área de concentração: **Ensino de Biologia**. Abrindo a sessão, a Presidente da Comissão, após dar conhecimento aos presentes sobre as Normas Regulamentares do Trabalho Final, passou a palavra o candidato para apresentação oral de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, com a respectiva defesa do candidato. Logo após, a Banca se reuniu, sem a presença do candidato e do público, para julgamento e expedição do resultado. Foram atribuídas as seguintes indicações:

PROFESSOR EXAMINADOR	INSTITUIÇÃO	INDICAÇÃO
Dra. Simone Cardoso Lisboa Pereira	UFMG	Aprovado
Dra. Mônica Bucciarelli Rodrigues	UFMG	Aprovado
Dra. Anete Teixeira Formiga	Doutora em Biologia Vegetal pela UFMG	Aprovado

Pelas indicações, o candidato foi considerado: **APROVADO**.

O resultado foi comunicado publicamente o candidato pela Presidente da Comissão.

Comunicou-se, ainda, o candidato, que o texto final do TCM, com as alterações sugeridas pela banca, se for o caso, deverá ser entregue à Coordenação Nacional do PROFBIO, no prazo máximo de 60 dias, a contar da presente data, para que se proceda a homologação.

Nada mais havendo a tratar, a Presidente encerrou a reunião e lavrou a presente ATA, que será assinada por todos os membros participantes da Banca Examinadora.

**Belo Horizonte, 23 de abril de 2024.**

Assinatura dos membros da banca examinadora:



Documento assinado eletronicamente por **Simone Cardoso Lisboa Pereira, Vice-diretor(a) de centro**, em 04/06/2024, às 16:12, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Monica Bucciarelli Rodriguez, Servidor(a)**, em 04/06/2024, às 21:34, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Alfredo Hannemann Wieloch, Coordenador(a) de curso de pós-graduação**, em 05/06/2024, às 09:51, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Anete Teixeira Formiga, Usuária Externa**, em 24/06/2024, às 09:49, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufmg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **3281528** e o código CRC **A4103A30**.

## RELATO DO MESTRANDO

Ao longo da minha graduação pude aprender e estudar de todas as formas, ângulos, perspectivas e visões diferentes sobre aquilo que julgo ser o mais importante, interessante e belo da vida: a própria vida. Muito ainda não é compreendido pela Ciência e muito possivelmente nunca será. Mas, as dificuldades nunca destruirão a característica mais importante que define a forma de ser e de viver da nossa espécie, que define nossa origem e evolução: a nossa busca incessante por conhecimento. Assim, como meu interesse por essa área do conhecimento é a felicidade que sinto em compartilhá-lo. Diante disso, me tornei professor daquilo que mais gosto de estudar e aprender, a Biologia.

Assim como a Ciência nunca para de produzir conhecimento, eu como professor também não posso parar de ir em sua busca. Essa busca me deu forças e motivos para me tornar Mestre em Ensino de Biologia. Atualizar-me para poder entender e compreender melhor a própria Biologia, sobre seus avanços, suas mudanças e suas inovações. Também, me atualizar para melhorar como construir o conhecimento junto aos meus estudantes e como despertar neles consciência da importância da Biologia e das ciências e, quem sabe, a curiosidade em entendê-las melhor. Isto provém desde que assumi compromisso público de formar melhores cidadãos.

Fui o mestrando mais novo da turma e isto me trouxe diferentes desafios. Fui o que estava mais próximo à graduação, mas o mestrando com a menor experiência profissional. Isso me colocou em uma posição de intermediário entre meus colegas já formados a mais tempo e os conhecimentos da universidade. Essa posição me trouxe grandes trocas e muito aprendizado, deixando a minha formação ainda mais rica.

Entretanto, os dois anos de mestrado não foram fáceis. As dificuldades vividas foram inúmeras. A rotina escolar, a vida familiar e o próprio curso. Não houve semana com aulas ou com alguma etapa importante do mestrado que não me fizesse repensar se eu deveria continuar ou desistir. Ainda assim, minha perseverança e minha vontade de continuar prevaleceram e esse Trabalho de Conclusão de Mestrado é o resultado disto.

Assim, me vejo agora concluindo o mestrado, ansioso pelo título de Mestre em Ensino de Biologia, que resultou em muito crescimento pessoal e profissional. Sinto-me agora realizado!

## **AGRADECIMENTO A CAPES**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Brasil - Código de Financiamento 001.



## AGRADECIMENTOS

Inicialmente gostaria aqui de esclarecer que esse agradecimento não se trata somente deste Trabalho de Conclusão de Mestrado, e sim, a todos os dois anos do curso de pós-graduação do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia.

Primeiramente, a minha orientadora Dra. Simone Cardoso Lisboa Pereira que aceitou, com disposição e empenho, me orientar na construção deste trabalho. Tenho gratidão pelo compartilhamento de sua sabedoria e de seus conhecimentos através de reflexões, conselhos e críticas assertivas levantadas ao longo de todo o curso. Orientadora presente em todas as horas, em momentos de menor ou maior de necessidade ou desespero, se apresentando sempre de maneira afetuosa, sem nunca perder a leveza e o bom humor. Obrigado por me acolher e acolher este trabalho, contribuindo para moldar e lapidar uma ideia que acabou se tornando uma realidade. Por me ajudar na caminhada para me tornar um professor melhor e, também, uma pessoa melhor, obrigado.

A toda minha família. Sem este apoio, o sonho de realizar esse curso não seria possível. Em especial, a minha amada esposa Lunna Thainã Silva Diniz, que desde o início do curso esteve sempre ao meu lado, desde a inscrição até a defesa, sendo a todo momento meu maior incentivo, minha fonte de força e perseverança. A ela, pelo carinho, companheirismo e afeto que foram fundamentais para que eu conseguisse vencer todos os obstáculos e chegar ao final deste mestrado, muito obrigado. Aos meus animais de estimação, por me trazer alegria, conforto e apoio emocional, obrigado a Aurora, Bob, Diana e Julie.

Aos companheiros de curso, pelo compartilhamento de conhecimentos e de vivências. Pessoas e professores incríveis que tive o prazer de conhecer ao longo do curso, com os quais dividi momentos de aprendizado, de alegria e de aflição. Companheiros de profissão vindos de lugares diferentes, suas histórias de vida, cultura e experiências só acrescentaram, contribuindo para a caminhada ficar ainda mais rica. Desejo sucesso a todos e deixo meu obrigado. Aos docentes do curso, que por constante vezes compartilharam sabedoria, trouxeram e conhecimentos, orientaram e guiaram ao longo do curso, obrigado.

Aos profissionais da instituição de ensino em que leciono, aos diretores, aos coordenadores, aos professores e aos demais funcionários. A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a construção deste trabalho, seja pelo apoio moral e

emocional, pelo suporte quando necessário ou pelo compartilhamento de ideias. Aqueles que foram meu apoio, meu incentivo e minha base ao longo de todo o curso, obrigado.

Por último, um agradecimento especial aos meus alunos. São eles, o principal motivo para realizar esse curso e entrar neste desafio, com o intuito de me tornar um professor melhor, um educador melhor, um profissional melhor. Aprimorando minhas aulas, minha postura, meus métodos de ensino posso acrescentar ainda mais no crescimento e no desenvolvimento dos meus estudantes. Por eles, aperfeiçoo o processo de formação para que eles consigam se tornar pessoas melhores, cidadãos melhores, humanos melhores. Essa minha caminhada é para meus antigos, atuais e futuros alunos a qual deixo meu sincero e carinhoso obrigado.

Finalmente, meu obrigado a tudo e a todos não citados aqui, mas que estiveram presentes direta ou indiretamente na construção deste mais novo Mestre em Ensino de Biologia.

“Nascer humano é ser incumbido de uma atribuição sagrada.  
Há uma responsabilidade divina nessa graça especial, pois ela  
ultrapassa aquelas recebidas por todos os seres viventes no planeta:  
árvores, peixes, florestas, pássaros...  
Por isso, o ser humano tem o dever de cuidar deles.”  
- Proverbio indígena<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup>Livro Cães de Keum Suk Gendry-Kim. Tradução por Yun Jung Im – São Paulo. Pipoca & Nanquim Editora, 2023. ISBN 978-65-5448-037-6

## RESUMO

A Evolução é o eixo central e estruturador do ensino de Biologia, devido à interligação que possui com todo o conteúdo que é ministrado na área de Ciências da Natureza, entrando em acordo com a Base Nacional Comum Curricular. Entretanto, ainda é pouco explorada e valorizada na Educação Básica, o seu ensino muitas vezes é descontextualizado de outros temas da Biologia e não se é adotado como processo de ensino-aprendizado o ensino por investigação, que prima pela busca do interesse e do estímulo para falar, pensar, criar e ouvir dos estudantes. Portanto, este trabalho objetivou desenvolver uma Sequência de Ensino Investigativo abordando o ensino de Evolução contextualizado à Virologia, utilizando-se de um Estudo de Caso sobre o surgimento de variantes virais. Trata-se de um estudo observacional com abordagem qualitativa. Ainda, como uma de suas etapas, analisou-se, a abordagem da contextualização entre Evolução e Virologia nos livros didáticos brasileiros de Ciências da Natureza aprovados pelo Programa Nacional do Livro e do Material Didático, por meio de uma análise documental. A Sequência de Ensino Investigativa produzida foi conduzida com 40 estudantes do Ensino Médio de uma escola estadual pública de Belo Horizonte (MG) e os dados levantados analisados pela técnica de Análise de Conteúdo. Observou-se nos estudantes o protagonismo, a construção de hipóteses, a elaboração coletiva de conclusões e a produção de materiais para divulgação científica dos resultados encontrados pelos mesmos. Constatou-se que, das sete coleções de livros analisadas, apenas uma delas apresentam contextualização entre os conteúdos de Evolução e Virologia. Finalizou-se este trabalho tendo como produto uma Sequência de Ensino Investigativa, aprimorada em relação sequência aplicada, que se mostrou efetiva na assimilação de conceitos-chave da Evolução relacionados aos mecanismos evolutivos. Esse produto é um recurso para que professores possam aplicar o ensino por investigação com a temática Evolução, contextualizado à Virologia, com estudantes do Ensino Médio. Ainda, apresenta-se como subsídio para que editoras e autores de livros didáticos possam refletir e reavaliar a contextualização dos conteúdos de Biologia abordados em seus livros didáticos.

**Palavras-chave:** ensino por investigação; Evolução; Virologia; livro didático; pesquisa qualitativa.

## ABSTRACT

Evolution is the cornerstone of biology teaching, due to the interconnection it has with the all the content that it is taught in the area of Natural Sciences, which is in accordance with the Brazilian National Common Core Curriculum, known as the Base Nacional Comum Curricular. However, it is still little explored and valued in Basic Education; its teaching is, many times, decontextualized from other contents in biology and from the teaching-learning process, especially inquiry-based science teaching, which is highlighted by eliciting students to be interested as well as stimulating them to speak, to think, to create, and to listen. Thus, this study aimed to develop an Investigative Teaching Sequence addressing the teaching of Evolution contextualized to Virology, making use of a case study about the emergence of virus variants. The present study was observational with a qualitative approach. Moreover, as one of its stages, the contextualization approach between Evolution and Virology was analyzed in brazilian textbooks of Natural Sciences approved by the Programa Nacional do Livro e do Material Didático [National Program of the Textbook], by means of a documentary analysis. The Investigative Teaching Sequence was conducted with 40 high school students from a state-funded public school of Belo Horizonte (MG) and the data collected was analyzed through the Content Analysis method. As a result, protagonism, hypothesis construction, collective elaboration of conclusions, and the production materials for scientific divulgation from the results found by them were all features observed in the students. It was discovered that, out of the seven textbook collections analyzed, only one of them presented contextualization between the contents of Evolution and Virology. The study ended with the production of a Investigative Teaching Sequence, improved in relation to the sequence taught to the students, which proved to be effective in the assimilation of key concepts of Evolution related to the evolutionary mechanisms. The product is a resource so that teachers can use inquiry-based science teaching of Evolution contextualized to Virology with high school students. In addition, a reflection is presented so that textbook publishers and authors can reassess the contextualization of contents of biology addressed in their textbooks.

**Key words:** inquiry-based science teaching; Evolution; Virology; textbooks; qualitative research.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1:</b> Registro fotográfico dos quadros das salas de aula durante as discussões realizadas durante a <b>Etapa 1</b> . Quadro da turma 301 na parte superior e da turma 302 na parte inferior..	43
<b>Figura 2:</b> Esquema representativo dos quadros das salas de aula durante as discussões realizadas durante a <b>Etapa 1</b> . As setas em azul representação as conexões realizadas pelos estudantes nas diferentes perguntas apresentadas. Quadro da turma 301 na parte superior e da turma 302 na parte inferior. ....	44
<b>Figura 3:</b> Estudantes escrevendo suas hipóteses no quadro durante a Etapa 3 para que fossem debatidas. ....	49
<b>Figura 4:</b> Anotações das hipóteses, sendo algumas com correções, feitas pelos próprios estudantes durante a <b>Etapa 3</b> de aplicação da Sequência de Ensino Investigativa. ....	49
<b>Figura 5:</b> Construção dos esboços dos panfletos produzidos a serem produzidos pelos estudantes. ....	53
<b>Panfleto 1:</b> Face única de um panfleto que foi produzido e distribuído por um dos grupos de estudantes. ....	68
<b>Panfleto 2:</b> Frente e verso de um panfleto dobrável em três partes que foi produzido e distribuído por um dos grupos de estudantes. ....	69
<b>Panfleto 3:</b> Frente e verso de um panfleto dobrável em três partes que foi produzido e distribuído por um dos grupos de estudantes. ....	70
<b>Panfleto 4:</b> Frente e verso de um panfleto dobrável em três partes que foi produzido e distribuído por um dos grupos de estudantes. ....	71
<b>Panfleto 5:</b> Frente e verso de um panfleto dobrável em três partes que foi produzido e distribuído por um dos grupos de estudantes. ....	72
<b>Panfleto 6:</b> Frente e verso de um panfleto dobrável em três partes que foi produzido e distribuído por um dos grupos de estudantes. ....	73
<b>Panfleto 7:</b> Frente e verso de um panfleto dobrável em três partes que foi produzido e distribuído por um dos grupos de estudantes. ....	74

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1:</b> Apresentação dos livros didáticos de Ciências da Natureza e suas Tecnologias aprovados no Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) levantados e analisados. ....	32
<b>Quadro 2:</b> Análise da abordagem nos livros didáticos quanto a contextualização do ensino de evolução com o ensino de Virologia. ....	33
<b>Quadro 3:</b> Síntese da Sequência de Ensino Investigativa aplicada. ....	38
<b>Quadro 4:</b> Conhecimentos prévios apurados na <b>Etapa 1</b> da Sequência de Ensino Investigativa. ....	42
<b>Quadro 5:</b> Hipóteses construídas pelos grupos de estudantes para a pergunta científica: “como surgem as variantes virais?” durante a <b>Etapa 2</b> e a classificação das hipóteses feita pelos estudantes de acordo com as teorias evolutivas durante a <b>Etapa 4</b> . ....	46
<b>Quadro 6:</b> Respostas em tópicos dos estudantes para a pergunta epistêmica “Qual é o objetivo do grupo com esse panfleto?”, realizada no final da <b>Etapa 5</b> . Os panfletos podem ser visualizados no <b>ANEXO I</b> . ....	54
<b>Quadro 7:</b> Síntese da Sequência de Ensino Investigativa versão final.....	62

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

CAAE - Certificado de Apresentação de Apreciação Ética

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CCAE - Carta Convite e Anuência da Escola

CEP - Comitê de Ética em Pesquisa

CNS - Conselho Nacional de Saúde

CNT - Ciências da Natureza e suas Tecnologias

COVID - *Corona Virus Disease*

CRMG - Currículo Referência de Minas Gerais

EFTI - Ensino Fundamental em Tempo Integral

EMTI - Ensino Médio em Tempo Integral

ICB – Instituto de Ciências Biológicas

IDEB - Índice de Desenvolvimento da Educação Básica

IST - Infecção Sexualmente Transmissível

IVS - Índice de Vulnerabilidade Social

MS - Ministério da Saúde

OMS - Organização Mundial da Saúde

PNLD - Programa Nacional do Livro e do Material Didático

PROFBIO - Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia

SARS-CoV-2 - *Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2*

SRAG - Síndrome Respiratória Aguda Grave

TALE - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido

TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TCM - Trabalho de Conclusão de Mestrado

UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>17</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>23</b>
2.1 Geral.....	23
2.2 Específicos .....	23
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>24</b>
3.1 Levantamento da abordagem da Teoria da Evolução no contexto da Virologia nos livros didáticos .....	24
3.1.1 Delineamento da pesquisa e objetos do estudo .....	24
3.1.2 Estratégia de coleta de dados e de análise dos resultados .....	25
3.2 Desenvolvimento da Sequência de Ensino Investigativa.....	26
3.2.1 Delineamento da pesquisa .....	26
3.2.2 Desenvolvimento da Sequência de Ensino Investigativa .....	27
3.2.3 Cenário e sujeitos do estudo.....	29
3.2.4 Estratégia de coleta de dados e de análise dos resultados .....	30
3.2.5 Aspectos éticos .....	31
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>32</b>
4.1 Levantamento da abordagem da Teoria da Evolução no contexto da Virologia nos livros didáticos .....	32
4.2 Sequência de Ensino Investigativa .....	36
4.2.1 Sequência de Ensino Investigativa como produto.....	36
4.2.2 Estrutura da Sequência de Ensino Investigativa aplicada .....	38
4.2.3 Aplicação e discussão da Sequência de Ensino Investigativa.....	42
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>56</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>57</b>
<b>APÊNDICE I – SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA.....</b>	<b>61</b>
<b>APÊNDICE II - CONTEXTO DO ESTUDO DE CASO.....</b>	<b>65</b>
<b>ANEXO I – PANFLETOS PRODUZIDOS PELOS ESTUDANTES.....</b>	<b>68</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A Teoria da Evolução consiste, basicamente, na afirmação de que os seres vivos estão em constante mudança ao longo do tempo, nos proporcionando o entendimento da história da vida na Terra. Podemos referendar o naturalista Charles Robert Darwin (1809-1882) como o grande nome por trás da Teoria da Evolução, quando em seu livro “A Origem das Espécies”, criou o conceito da Evolução por meio da seleção natural. O pensamento evolutivo, criado por Darwin, ficou conhecido como Darwinismo, uma das bases da Teoria Evolutiva moderna. É notável que, há mais de um século, Darwin foi capaz de discernir muito sobre a Evolução sem ter à sua disposição os principais fatos descobertos desde então (DOBZHANSKY, 1973). A Evolução, como compreendida hoje, teve seu ponto de partida no Darwinismo, mas é, na verdade, fruto de diversas pesquisas, conhecidas como Teoria Sintética da Evolução.

RODRIGUES (2022) e SCHEINER (2010 *apud* FRANCO, 2021) apresentam os conceitos-chave e princípios da Evolução Biológica e que, conseqüentemente, são importantes de serem abordados no ensino de Biologia da Educação Básica. Assim, em acordo com os autores, temos na Evolução Biológica os mecanismos: mutação, fluxo gênico, recombinação genética, seleção natural e deriva genética. Ainda, RODRIGUES (2022) destaca a importância de ressaltar pontos como o processo de especiação, da ancestralidade comum dos seres vivos e o real significado do termo adaptação, dentro do contexto evolutivo.

No ensino de Biologia da Educação Básica, a Teoria da Evolução é estratégica entre os diversos conteúdos que são trabalhados ao longo do Ensino Médio, nas disciplinas de Ciências da Natureza. Isto, pois a Biologia Evolutiva tem uma importância única nas mais diversas áreas da Ciência (BIZZO; ARAÚJO, 2021). Trata-se de um tema unificador que ocupa posição central nas ciências biológicas, diante da sua importância para o entendimento dos mecanismos biológicos e das suas implicações nas necessidades da sociedade (OLIVEIRA; MENEZES; DUARTE, 2017). Essa forte relação com outros conteúdos torna o domínio desse conceito necessário para a construção do conhecimento de diversos temas biológicos. Assim, o entendimento da Biologia, em suas diferentes áreas, está intrinsecamente associado com a compreensão da Evolução e, sem ela, essa Ciência se transforma em uma pilha de fatos, sem conexão significativa com um todo (DOBZHANSKY, 1973).

No entanto, apesar da Evolução ser um elemento estruturador do ensino de Biologia, ainda não é explorada no contexto escolar de forma satisfatória (LIMA; ARAÚJO; LIMA,

2021). Apesar da reconhecida importância do conhecimento evolutivo, diversas pesquisas têm mostrado que a compreensão e a aceitação de Evolução Biológica ainda enfrentam muitos desafios (BIZZO; ARAÚJO, 2021). Explorar a construção de conhecimentos voltados aos aspectos da Biologia evolutiva na escola é um assunto que precisa ser melhor investigado e estudado, no sentido de promover mudanças que atendam às necessidades da compreensão da Biologia a partir de um eixo evolutivo (DE MORAES; SOARES, 2022).

Desse modo, o ensino de todos os conteúdos dentro da Biologia precisa ser abordado com um olhar evolutivo e uma importante e desafiadora opção é a Virologia. Nos domínios da Microbiologia, inclui-se a Virologia, o estudo dos vírus, que são agentes parasitas intracelulares obrigatórios compostos por material genético circundado por um envoltório de proteínas (KOONIN et al., 2020 *apud* SILVA et al., 2021). A Virologia é centrada no estudo e entendimento das especificidades dos vírus e, ainda, promove o conhecimento necessário para o entendimento de doenças infectocontagiosas virais.

As doenças infecciosas preocupam a humanidade desde os primórdios da civilização, tendo os vírus e as viroses ganhado destaque nas investigações no campo das ciências biológicas (SANTOS, 2018). O entendimento da Virologia tem aplicações no desenvolvimento de vacinas, biofármacos, imunoterapias, terapias gênicas, biopesticidas, técnicas de biotecnologia e engenharia genética (SILVA et al., 2021). Como os vírus, a disciplina de Virologia tem evoluído e hoje se sobrepõe e se entrelaça com muitas outras disciplinas científicas, quer sejam tradicionais ou contemporâneas (SANTOS, 2018). O estudo destes organismos é complexo e dificultado pelas dimensões microscópicas e pela necessidade de abstração para uma melhor significação conceitual (KARAS; HERMEL; GÜLLICH, 2018). Entretanto, os vírus evoluem de forma rápida e apresentam contextualização com a vida dos estudantes, características que podem ser potencializadoras para o ensino da Teoria da Evolução.

Ressalta-se, que o ensino de temas relacionados à Virologia, apresentam desafios relacionados quanto a natureza abstrata e microscópica dos conteúdos (SILVA et al., 2021) e estão desconectados com o ensino da Evolução Biológica. Neste sentido, a abordagem investigativa surge como uma alternativa promissora para o ensino contextualizado da Evolução Biológica com a Virologia.

A ênfase no ensino de conteúdos conceituais se configura, em geral, como apresentação do produto da Ciência a ser memorizado e reproduzido em exames (FRANCO, 2021). Já a abordagem investigativa no ensino de Ciências da Natureza, o que inclui a Biologia, tem como objetivo engajar os estudantes em práticas relacionadas à construção do conhecimento científico (CARVALHO, 2018). Na abordagem investigativa, é necessário gerar oportunidades para que os estudantes possam falar, pensar, criar e ouvir uns aos outros, se apropriando de critérios utilizados pela Ciência e tomando decisões coletivamente (CARVALHO, 2018). É necessário introduzir os alunos no universo das ciências, isto é, ensinar os alunos a construir conhecimento fazendo com que eles, ao perceberem os fenômenos da natureza, sejam capazes de construir suas próprias hipóteses, elaborar suas próprias ideias, organizando-as e buscando explicações para os fenômenos (CARVALHO, 2011). De mesmo modo, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) está em comum acordo com as práticas de ensino por investigação, o que pode ser constatado no seguinte trecho:

“Os processos e práticas de investigação merecem também destaque especial nessa área. Portanto, a dimensão investigativa das Ciências da Natureza deve ser enfatizada no ensino médio, aproximando os estudantes dos procedimentos e instrumentos de investigação, tais como: identificar problemas, formular questões, identificar informações ou variáveis relevantes, propor e testar hipóteses, elaborar argumentos e explicações, escolher e utilizar instrumentos de medida, planejar e realizar atividades experimentais e pesquisas de campo, relatar, avaliar e comunicar conclusões e desenvolver ações de intervenção, a partir da análise de dados e informações sobre as temáticas da área.” (BRASIL, 2018, p. 550).

Igualmente, o Currículo Referência de Minas Gerais (CRMG) está em comum acordo com as práticas de ensino por investigação, como pode ser observado no seguinte trecho:

“Essa capacidade investigativa dos estudantes, por sua vez, se dá por meio da observação e da pesquisa com o objetivo da integração do conhecimento científico resultante da investigação da natureza para interpretar racionalmente os fenômenos naturais observados, decorrentes de contextos históricos, sociais e econômicos considerados no tempo, espaço, matéria, movimento, força, campo, energia, vida e Evolução. Sendo assim, o ensino de ciências deve promover situações nas quais os alunos possam: observar, analisar, propor, planejar, investigar, relatar, desenvolver e implementar ações de intervenção para melhorar a qualidade de vida individual, coletiva e socioambiental.” (MINAS GERAIS, 2018, p. 737-738).

Portanto, o ensino de ciências precisa ser planejado para ir além do trabalho com conceitos e ideias científicas. É preciso que a escola ofereça condições para que a cultura da Ciência seja conhecida pelos estudantes (CARVALHO, 2011). Em acordo com FRANCO

(2021), é importante esclarecer que as críticas à ênfase no ensino dos conceitos não significam que o domínio conceitual da Ciência deva ser omitido ou ignorado em sala de aula, pois teorias, leis, modelos e conceitos usados pela Ciência para explicar a natureza são centrais para o ensino de ciências.

Ademais, SASSERON (2015) afirma que a Alfabetização Científica tem se configurado no objetivo principal do ensino das ciências na perspectiva de contato do estudante com os saberes provenientes de estudos da área e as relações e os condicionantes que afetam a construção de conhecimento científico em uma larga visão histórica e cultural. Ainda, afirma a autora, que o ensino por investigação e a argumentação, por outro lado, cumprem uma função dupla: ao mesmo tempo em que representam modalidades de interação trabalhadas para o desenvolvimento da Alfabetização Científica em sala de aula, constituem-se em formas de estudo dos dados provenientes de nossas pesquisas.

Cabe destacar, que apesar dos avanços tecnológicos e da enorme variedade de materiais curriculares, o livro didático continua sendo o recurso mais utilizado no ensino de ciências, sendo assim, essa centralidade lhe confere estatuto e funções privilegiadas na medida em que é por meio dele que o professor organiza, desenvolve e avalia seu trabalho pedagógico de sala de aula (CARNEIRO; SANTOS; MÓL, 2005). No Brasil, o livro didático exerce um papel muito importante no contexto escolar, seja como instrumento de sistematização do conhecimento escolar, seja como elemento mediador da prática pedagógica, seja como instrumento de controle (NETO, 2015).

A política educacional brasileira investe no uso de livros didáticos por meio de iniciativas como o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) que é responsável pela avaliação e pela distribuição dos livros didáticos nas escolas públicas brasileiras (BRASIL, 2017; DALAPICOLLA; SILVA; GARCIA, 2015). Assim, observa-se a importância do uso do livro didático e, então, se faz necessário, que o PNLD esteja em total sintonia com a BNCC, e com as práticas investigativas, como pode ser observado no seguinte trecho:

“Para a Educação Básica, as Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT) têm o objetivo primordial de formar um cidadão consciente de suas ações na sociedade com o intuito de a partir do conhecimento científico, agir sobre ela e transformá-la. Para isso, deve articular os conteúdos trabalhados com as tecnologias vigentes presentes em seu cotidiano. Nesta perspectiva, poderá tomar decisões fundamentadas cientificamente, tomar iniciativas em prol de si e da sociedade, elaborar diversos tipos de argumentos sempre favorecendo

discussões e debates que implicam posicionamentos éticos, políticos e econômicos.” (BRASIL, 2020, p. 20)

Conseqüentemente, um bom livro didático, para ser inserido no PNLD, deve apresentar propostas e recursos com vieses investigativos aos professores e aos estudantes, tornando esses estudantes protagonistas no seu processo de aprendizagem. Defende-se que o livro didático também pode ser um elemento propiciador de mudanças de práticas pedagógicas ou encorajador da manutenção de metodologias tradicionais, uma vez que esse recurso ainda é muito utilizado por professores e alunos, por isso, faz-se necessário que os livros didáticos sejam concebidos a partir de propostas pedagógicas bem definidas e não como apenas um amontoado de conteúdos (CARNEIRO; SANTOS; MÓL, 2005). A existência de livros que tragam novas propostas metodológicas possui um papel fundamental como apoio ao professor. Ademais, não se observa, nos livros didáticos brasileiros, a contextualização existente entre a Evolução e a Virologia e, além disso, a importância dessa contextualização para a saúde pública. Dessa forma, o livro didático, aliado à ação docente, servirá de mediador na construção do conhecimento por parte do aluno (NETO, 2015).

Apesar dos impactos socioambientais decorrentes do desenvolvimento da Ciência e da tecnologia, juntamente com o surgimento de novos vírus e a reemergência de patógenos já conhecidos, a reformulação do ensino tradicional, com a introdução de práticas investigativas e interdisciplinares, ainda é um desafio (SANTOS, 2018). Os currículos de ciências ainda têm o conhecimento conceitual como eixo organizador, o trabalho do professor em torno desse eixo e permanece a ênfase no ensino de conteúdos conceituais em detrimento do engajamento em práticas investigativas (FRANCO, 2021). Mesmo com muitas propostas para uma reestruturação, as aulas de Biologia ainda conservam imensa quantidade de conteúdos (FRANCO, 2021). Dessa forma, surge a necessidade de implementar, no ensino básico, diferentes estratégias didáticas que estimule a curiosidade e o interesse pelas relações evolutivas que existem no mundo microbiano e a influência que isso exerce em nossa sociedade.

Ademais, SASSERON e CARVALHO (2008) ressaltam que no ensino de ciências que objetive introduzir os alunos no universo das ciências, espera-se que os alunos tenham hipóteses e planos que auxiliem na resolução, bem como discutam sobre as ideias levantadas e outras questões controversas que possam surgir. Isso, tendo como prerrogativa gerar possibilidades aos estudantes para que eles se envolvam com problemas investigativos

relacionados a fenômenos naturais e a questões reflexivas. Portanto, se faz necessário uma Sequência de Ensino Investigativa para uma melhor compreensão dos conceitos-chave de Evolução e sua contextualização com a Virologia.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Geral

Desenvolver uma Sequência de Ensino Investigativa que aborde o ensino de Evolução contextualizado a Virologia, utilizando-se de um Estudo de Caso sobre o surgimento de variantes virais causadoras de doenças respiratórias e, assim, criar uma alternativa para ensino de Evolução.

### 2.2 Específicos

- Levantamento da abordagem quanto à contextualização do ensino de Evolução na Virologia, em livros didáticos brasileiros aprovados pelo Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD);
- Promover a Alfabetização Científica dos estudantes do Ensino Médio acerca dos conceitos associados ao domínio da Teoria da Evolução;
- Introduzir os estudantes nos preceitos científicos e nas metodologias científicas, treinando as habilidades de formulação de hipóteses e de argumentação baseados em fatos científicos;
- Proporcionar o protagonismo dos estudantes no seu processo de ensino aprendizagem com uma Sequência de Ensino Investigativo acerca da temática em tela.

### 3 METODOLOGIA

O presente estudo, de maneira a obter uma melhor organização metodológica para atingir os objetivos propostos, foi dividido em duas partes. A primeira concerne ao levantamento da abordagem da Teoria da Evolução no contexto da Virologia nos livros didáticos e a segunda ao desenvolvimento da Sequência de Ensino Investigativa.

#### 3.1 Levantamento da abordagem da Teoria da Evolução no contexto da Virologia nos livros didáticos

##### 3.1.1 Delineamento da pesquisa e objetos do estudo

O desenvolvimento e aplicação da análise da abordagem nos livros didáticos se configuraram como um estudo documental, com uma abordagem qualitativa.

Estudo documental, pois este estudo, enquanto objetivo buscou analisar os livros didáticos de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT) aprovados no Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) (BRASIL, 2020). As coleções compõem o conteúdo da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018) referentes a Ciências da Natureza e suas Tecnologias, o que corresponde ao ensino da Biologia, Física e Química do Ensino Médio.

De acordo com BARDIN (1977, p. 45) análise documental tem por objetivo dar forma conveniente e representar de outro modo essa informação, por intermédio de procedimentos de transformação. Uma operação ou um conjunto de operações visando representar o conteúdo de um documento sob uma forma diferente da original (CHAUMIER, 1974 *apud* BARDIN, 1977, p. 45). O uso da análise documental utiliza em sua essência documentos que não sofreram tratamento analítico, ou seja, que não foram analisados ou sistematizados, de modo a extrair os elementos informativos de um documento original para expressar seu conteúdo de forma abreviada (KRIPKA; SCHELLER; BONOTTO, 2015).

Segundo os trabalhos de GIL (2008, p.51) e LÜDKE; ANDRÉ (1986) entende-se que os estudos documentais qualitativos permitem ao pesquisador a grande cobertura de informações através de fontes ricas e sólidas, e nestes se encaixam os livros didáticos. Assim, o propósito a se atingir é o armazenamento, sob uma forma variável e a facilitação do acesso ao observador, de tal forma que este obtenha o máximo de informação com o máximo de pertinência (BARDIN, 1977, p. 45-46).

### 3.1.2 Estratégia de coleta de dados e de análise dos resultados

Através da instituição de ensino estadual em que o professor-pesquisador leciona, foi solicitado junto as editoras todas as coleções físicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias aprovadas no PNLD referente ao ano de 2021. Além disso, as coleções foram obtidas em formato digital no Portal do Governo Brasileiro através do Guia Digital PNLD 2021 (BRASIL, 2020).

A análise dos livros apurados foi desenvolvida pela técnica de Análise de Conteúdo sistematizada por BARDIN que define Análise de Conteúdo como um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (BARDIN 1977, p. 95)

A análise documental por meio da Análise de Conteúdo de acordo com BARDIN (1977, p. 95) apresenta três etapas: pré-análise, exploração do material e o tratamento dos resultados. BARDIN (1977, p. 95-102) e KRIPKA, SCHELLER & BONOTTO (2015) descrevem essas etapas da seguinte maneira: Pré-análise: organização do material, a formulação de objetivos e elaboração de indicadores que fundamentem a interpretação final; exploração do material: estudo aprofundado orientado pelos objetivos e referenciais teóricos, elaboração de indicadores que orientarão a interpretação dos resultados: codificação, classificação e a categorização; e tratamento dos resultados: interpretação referencial, reflexão e intuição com base nos documentos estabelecem relações.

A pré-análise desta etapa do trabalho, consiste na organização do material a ser analisado e formulação de objetivos, já descritos nos itens **2.2** e **3.1.1**. Quanto aos indicadores, como proposto por KRIPKA; SCHELLER & BONOTTO (2015) prospecção é o exame inicial da documentação, assim como a especificação do campo no qual o foco de estudo se fixará. Assim, foi feito através de uma prospecção a busca de conteúdos e conceitos relacionados à Evolução e à Virologia nos livros didáticos.

A exploração do material segundo BARDIN (1977, p. 101) é o momento em que após as diferentes operações da pré-análise foram concluídas, entra-se a fase de análise propriamente dita, e essa não é mais do que a administração sistemática das decisões tomadas. Ainda, de acordo com a autora, trate-se de procedimentos aplicados manualmente ou de

operações efetuadas pelo ordenador, o decorrer do programa completa-se mecanicamente, sendo que esta fase, consiste essencialmente de operações de codificação, desconto ou enumeração. Assim, foi feito através de uma identificação dos conteúdos relacionados à evolução viral nos livros didáticos, de forma a analisar se o ensino da Evolução Biológica está, de alguma maneira, relacionado ou contextualizado ao surgimento de variantes virais.

Tratamento dos resultados, segundo BARDIN (1977, p. 101) é o momento em que resultados brutos são tratados de maneira a serem significativos e válidos. Ainda, segundo a autora, o analista, tendo à sua disposição resultados significativos obtidos nas etapas anteriores, pode então propor inferências e realizar interpretações a propósito dos objetivos previstos ou a outras descobertas inesperadas. Assim, a etapa de tratamentos de resultados se deu pela inferência da presença ou ausência do ensino de Evolução contextualizado a Virologia e, nos casos em que ocorreram essa presença, da interpretação de como essa presença acontece.

### 3.2 Desenvolvimento da Sequência de Ensino Investigativa

#### 3.2.1 Delineamento da pesquisa

O desenvolvimento, estabelecido neste trabalho como elaboração e aplicação, da Sequência de Ensino Investigativa em tela se configura como uma pesquisa-estudo de campo, com abordagem qualitativa, utilizando-se de métodos observacionais.

Estudo de campo, pois este estudo, enquanto objetivo buscou compreender o processo de ensino-aprendizado de uma Sequência de Ensino Investigativa ao pesquisar um grupo de estudantes. Conforme apresentado por GIL (2008, p. 57) os estudos de campo nas áreas de ciências sociais, estuda-se um grupo ou comunidade em termos de sua estrutura social, ou seja, ressaltando a interação de seus componentes. Além disso, MARCONI & LAKATOS (2017, n.p) apresentam que o interesse da pesquisa de campo está voltado para o estudo de indivíduos, grupos, comunidades, instituições, visando à compreensão de vários aspectos da sociedade. O trabalho de campo permite a aproximação do pesquisador da realidade sobre a qual formulou uma pergunta, mas também estabelecer uma interação com os "atores" que conformam a realidade e, assim, constrói um conhecimento empírico importantíssimo para quem faz pesquisa social (MINAYO, 2007a, p. 61).

Métodos observacionais, para a obtenção de dados dentro de um estudo de campo, segundo GIL (2008, p. 57), procuram muito mais o aprofundamento das questões propostas do que a distribuição das características da população, assim, o estudo de campo tende a utilizar muito mais técnicas de observação. A observação apresenta como principal vantagem, em relação a outras técnicas, a de que os fatos são percebidos diretamente, sem qualquer intermediação (GIL, 2008, p. 101). Nesta pesquisa de ensino-aprendizagem em sala de aula, o pesquisador assume, pelo menos até certo ponto, o papel de um membro do grupo e é participante no processo pelo qual se coloca como observador, com a finalidade de realizar uma investigação científica (GIL, 2008, p. 103; MINAYO, 2007a, p. 70). O observador faz parte do contexto sob sua observação e, sem dúvida, modifica esse contexto, pois interfere nele, assim como é modificado pessoalmente (MINAYO, 2007a, p. 70).

No que se refere à análise da Alfabetização Científica e o processo de ensino-aprendizagem de conceitos-chave da Teoria da Evolução, foi adotada a abordagem qualitativa. Uma abordagem qualitativa, segundo (MINAYO, 2007b, p. 21) é aquela em que se trabalha com o universo dos significados, dos motivos, das aspirações, das crenças, dos valores e das atitudes. Ademais, em pesquisas definidas como estudos de campo, como ocorre neste estudo, seus procedimentos analíticos são principalmente de natureza qualitativa (GIL, 2008, p. 175). Ainda, segundo MINAYO (2007b, p. 21), o universo da produção humana que pode ser resumido no mundo das relações, das representações e da intencionalidade e é objeto da pesquisa qualitativa dificilmente pode ser traduzido em números e indicadores quantitativos.

Desta forma, buscou-se compreender qualitativamente o processo de ensino-aprendizado e a Alfabetização Científica quanto às contribuições de uma Sequência de Ensino Investigativa como estratégia metodológica para o ensino-aprendizagem de conceitos-chave da Teoria da Evolução associada à Virologia. Para isso, foi pesquisado um grupo de estudantes, enfatizando a aprendizagem e as interações dentro de sala de aula entre seus componentes utilizando de métodos observacionais para coletas de dados.

### 3.2.2 Desenvolvimento da Sequência de Ensino Investigativa

De maneira a alcançar o objetivo proposto de promover a Alfabetização Científica, foram incorporados ao desenvolvimento da Sequência de Ensino Investigativa os três eixos da Alfabetização Científica, segundo SASSERON (2015). Sendo esses eixos: a compreensão

básica de termos e conceitos científicos; a compreensão da natureza da ciência e dos fatores que influenciam sua prática; e o entendimento das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Ainda, segundo SASSERON (2015), há indicadores de habilidades vinculadas a Alfabetização Científica que evidenciam o papel ativo dos estudantes na busca pelo entendimento dos temas curriculares das ciências e que foram levados em consideração para construção da Sequência de Ensino Investigativa. São eles: trabalho com as informações e com os dados disponíveis; o levantamento e teste de hipóteses construídas pelos estudantes; o estabelecimento de explicações sobre fenômenos em estudo, buscando justificativas para torná-las robustas; e o uso de raciocínio lógico e raciocínio proporcional durante a investigação e a comunicação de ideias. Com problemas investigativos e questões reflexivas, esperamos que os alunos façam hipóteses e planos que auxiliem na resolução, bem como discutam sobre as ideias levantadas e outras questões controversas que possam surgir (SASSERON; CARVALHO, 2008).

A diretriz principal de uma atividade investigativa é o cuidado do(a) professor(a) com o grau de liberdade intelectual dado ao aluno e com a elaboração do problema, pois é o problema proposto que irá desencadear o raciocínio dos alunos e sem liberdade intelectual eles não terão coragem de expor seus pensamentos, seus raciocínios e suas argumentações (CARVALHO, 2018). Bem como, segundo CARVALHO (2011), há quatro principais etapas de uma Sequência de Ensino Investigativa: o problema para um início da construção de conhecimento; a ação manipulativa para a construção intelectual e da ação intelectual para a construção de novas hipóteses; a tomada de consciência de seus atos para a construção do conhecimento; e a construção de explicações científicas. Como propósito da pesquisa, tal referencial foi utilizado para desenvolver a Sequência de Ensino Investigativa.

O primeiro dos eixos estruturantes da Alfabetização Científica refere-se à compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais e a importância deles reside na necessidade exigida em nossa sociedade de se compreender conceitos-chave como forma de poder entender até mesmo pequenas informações e situações do dia a dia (SASSERON; CARVALHO, 2008). Assim, os conceitos-chave de Evolução que foram objetivados pela Sequência de Ensino Investigativa são os mecanismos de mutação, de fluxo gênico e de recombinação genética. Em segundo plano também foram levantados os conceitos-chave dos mecanismos de seleção natural e de deriva genética, mas entende-se não serem o objetivo dessa Sequência de Ensino Investigativa. Ademais, o levantamento de

hipóteses é uma etapa importante na produção de conhecimento científico tanto quanto na produção de conhecimento científico escolar, como no desenvolvimento de habilidades cognitivas importantes de emergir no ensino de ciências voltado a perspectiva da Alfabetização Científica (NUNES, 2016).

Desse modo, entendemos que, apesar dos desafios envolvidos, somente gerando oportunidades para que os estudantes exponham suas ideias e argumentem é que eles poderão argumentar mobilizando evidências (FRANCO, 2021). Em vista disto, desenvolveu-se a proposta de Sequência de Ensino Investigativa, para a Alfabetização Científica de conceitos básicos relacionados à evolução, utilizando-se do levantamento de hipótese pelos estudantes para explicações causais dos mecanismos evolutivos de surgimento de novas variantes virais. Portanto, na sequência, tem-se a orientação para a argumentação dos estudantes, acerca da temática em tela, por meio de perguntas didáticas (para o estímulo à participação), científicas (relacionadas às técnicas da ciência) e epistêmicas (voltadas para a construção de significados) (CARVALHO, 2018).

### 3.2.3 Cenário e sujeitos do estudo

A Sequência de Ensino Investigativa foi executada durante as aulas de Biologia em uma escola pública estadual de Minas Gerais, localizada no município de Belo Horizonte, regional de Venda Nova. Esta escola possui cerca de 750 estudantes matriculados e apresenta turmas de Ensino Fundamental Anos Iniciais, de Ensino Fundamental Anos Finais e de Ensino Médio. Dentre estas, apresenta turmas de Ensino Fundamental em Tempo Integral (EFTI) e Ensino Médio em Tempo Integral (EMTI). No ano de 2022, a referida escola obteve um Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) Minas de 2,92 para o Ensino Médio e de 3,29 para o Ensino Fundamental Anos Finais. O público atendido é de uma comunidade que apresenta Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) de 0,429, classificado como de alta vulnerabilidade social.

A pesquisa abrangeu o terceiro ano do Ensino Médio, contemplando duas turmas com um total de 40 estudantes matriculados. O professor-pesquisador é servidor efetivo nessa escola desde 2020 como regente de aulas de Ciências para o Ensino Fundamental Anos Finais e de Biologia para o Ensino Médio sendo, portanto, conhecedor da dinâmica pedagógica e perfil da comunidade escolar.

### 3.2.4 Estratégia de coleta de dados e de análise dos resultados

Como estratégias metodológicas, a Sequência de Ensino Investigativa apresenta de debates em formato de Roda de Conversa e de um Estudo de Caso. Assim, com a finalidade de coleta de dados os estudantes foram avaliados em participações das dinâmicas propostas, das construções das hipóteses, das robustezes das suas argumentações, das construções coletivas de conclusões e das divulgações do que foi produzido.

Os dados obtidos foram analisados através da técnica de Análise de Conteúdo, conforme descrito no item **3.1.2**. Entretanto, como esta etapa se trata de uma pesquisa-estudo de campo, a Análise de Conteúdo foi dividida em três partes: fase exploratória; trabalho de campo; análise e tratamento do material empírico e documental (BARDIN, 1977, p. 38; MINAYO, 2007b, p. 26).

Segundo MINAYO (2007b, p. 26) a fase exploratória consiste na produção do projeto de pesquisa e de todos os procedimentos necessários para preparar a entrada em campo. Segundo os autores, esta etapa define e delimita o objeto, a desenvolvê-lo teórica e metodologicamente, a colocar hipóteses ou alguns pressupostos para seu encaminhamento, a escolher e a descrever os instrumentos de operacionalização do trabalho, a pensar o cronograma de ação e a fazer os procedimentos exploratórios para escolha do espaço e da amostra qualitativa. Dessa maneira, a base metodológica foi descrita no item **3.2.2**.

Trabalho de campo, conforme MINAYO (2007b, p. 26), consiste em levar para a prática empírica a construção teórica. Ainda, segundo os autores, essa fase combina instrumentos de observação, interlocução, levantamento de material e outros. Ela realiza um momento relacional e prático de fundamental importância exploratória, de confirmação e refutação de hipóteses e de construção de teoria. Assim, com a finalidade de coleta de dados, foram gravados os áudios das aulas de todas as etapas da Sequência de Ensino Investigativa com a ciência dos estudantes, e registrado todas as anotações feitas no quadro da sala de aula por meio de registro fotográfico. Além disso, todos os produtos construídos pelos estudantes - as hipóteses, os argumentos, as respostas e os panfletos - foram registradas em fichas pelos próprios estudantes, sendo todos os produtos recolhidos.

Análise e tratamento do material empírico e documental, de acordo com MINAYO (2007b, p. 26-27), diz respeito ao conjunto de procedimentos para valorizar, compreender, interpretar os dados empíricos, articulá-los com a teoria que fundamentou o projeto ou com

outras leituras teóricas e interpretativas cuja necessidade foi dada pelo trabalho de campo. Dessa forma, a análise dos dados abrangeu os processos de leitura extensiva do material, organização, inferência e interpretação.

Deste modo, se avaliou a efetividade da Sequência de Ensino Investigativa e suas diferentes etapas na Alfabetização Científica dos estudantes. Assim, analisou-se o aprendizado nos conceitos-chave da Teoria da Evolução e na introdução dos estudantes nos preceitos e metodologias científicas.

### 3.2.5 Aspectos éticos

O projeto foi aprovado pelo Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO) e pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (CEP-UFMG) sob parecer número 5.955.178, como adendo ao projeto de pesquisa “Programa Saúde na Escola: situação atual e perspectivas futuras”, possuindo Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE) número 08757812.3.0000.5149.

A pesquisa foi autorizada pela direção escolar da instituição de ensino onde foi realizada através da Carta Convite e Anuência da Escola (CCAEE). O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) foi apresentado e assinado pelos responsáveis de todos os estudantes menores de idade que participaram da pesquisa. O Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) foi apresentado e assinado por todos os estudantes que participaram da pesquisa.

A pesquisa está em acordo e atende a legislação brasileira vigente - resolução Nº 510 de 07 de abril de 2016 do Conselho Nacional de Saúde (CNS) - utilizando as informações coletadas durante sua realização somente para fins acadêmicos e científicos.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados e discussão, de maneira a obter um melhor fluxo organizacional, foi dividido em duas partes. A primeira parte, quanto ao levantamento da abordagem da Teoria da Evolução, no contexto da Virologia, nos livros didáticos e a segunda parte, quanto à aplicação da Sequência de Ensino Investigativa.

### 4.1 Levantamento da abordagem da Teoria da Evolução no contexto da Virologia nos livros didáticos

Trata-se de um total de sete coleções de livros didáticos de ensino de Ciências da Natureza e suas Tecnologias aprovados no Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) (BRASIL, 2020). Sendo todas as coleções organizadas em seis volumes, englobando o ensino de Biologia, Física e Química. Os livros didáticos que foram analisados podem ser visualizados no **Quadro 1**.

**Quadro 1:** Apresentação dos livros didáticos de Ciências da Natureza e suas Tecnologias aprovados no Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) levantados e analisados.

<b>Título</b>	<b>Autores</b>	<b>Edição</b>	<b>Editora</b>	<b>Ano</b>
Ciências da Natureza: Lopes & Rosso	Sônia Lopes e Sergio Rosso.	1ª	Moderna	2020
Conexões: Ciências da Natureza e Suas Tecnologias	Miguel Thompson, Eloci Peres Rios, Walter Spinelli, Hugo Reis, Blaidi Sant'Anna, Vera Lúcia Duarte de Novais e Murilo Tissoni Antunes.	1ª	Moderna	2020
Diálogo: Ciências da Natureza e Suas Tecnologias	Kelly Cristina dos Santos, Éverton Amigoni Chinellato, Rafael Aguiar da Silva, Marissa Kimura, Ana Carolina N. dos Santos Ferraro, André Luis Delvas Fróes, Marcela Yaemi Ogo e Vanessa S. Michelin.	1ª	Moderna	2020
Matéria, Energia e Vida: Uma Abordagem Interdisciplinar	Eduardo Mortimer, Andréa Horta, Alfredo Mateus, Danusa Munford, Luiz Franco, Santer Matos, Arjuna Panzera, Esdras Garcia e Marcos Pimenta.	1ª	Scipione	2020
Moderna Plus: Ciências da Natureza e Suas Tecnologias	José Mariano Amabis, Gilberto Rodrigues Martho, Nicolau Gilberto Ferraro, Paulo Cesar Martins Penteado, Carlos Magno A. Torres, Júlio Soares, Eduardo Leite Do Canto e Laura Celloto Canto Leite.	1ª	Moderna	2020
Multiversos: Ciências da Natureza	Leandro Pereira de Godoy, Rosana Maria Dell' Agnolo e Wolney Candido de Melo.	1ª	FTD	2020
Ser Protagonista: Ciências da Natureza e Suas Tecnologias	Ana Fukui, Ana Luiza P. Nery, Elisa Garcia Carvalho, João Batista Aguilar, Rodrigo Marchiori Liegel, Vera Lucia Mitiko Aoki, André Zamboni e Lia Monguilhott Bezerra.	1ª	SM	2020

Apurou-se em todas as sete coleções prospectadas que os conteúdos de Evolução e de Virologia são contemplados.

Em todas as coleções há o conteúdo dos mecanismos evolutivos da Teoria Sintética da Evolução. Como se pode observar a seguir um pequeno trecho de duas diferentes coleções, que apresentam as categorias de conteúdos explorados nesta temática:

“A síntese moderna considera, além da seleção natural e da mutação, a migração, a deriva genética e valoriza a importância da reprodução sexuada na geração da diversidade genética.” (LOPES; ROSSO, 2020a, p. 71)

“Neste tema, estudaremos a teoria sintética da evolução, que envolve, além da mutação, um conjunto de processos, como a recombinação gênica, o fluxo gênico, a deriva genética e a seleção natural.” (GODOY; AGNOLO; MELO, 2020, p. 126).

Foi observado que somente uma única coleção apresenta o conteúdo de evolução contextualizado a Virologia, além disso, apenas três coleções apresentam conteúdos que poderiam ser um estímulo a temática, como pode ser visualizado no **Quadro 2**.

**Quadro 2:** Análise da abordagem nos livros didáticos quanto a contextualização do ensino de evolução com o ensino de Virologia.

<b>Identificação da coleção</b>	<b>Nome da coleção</b>	<b>Aborda o ensino de Evolução contextualizado ao ensino de Virologia</b>	<b>Apresenta conteúdos que poderiam servir como estímulo ao ensino de evolução viral</b>
<b>C1</b>	Ciências da Natureza: Lopes & Rosso	Não	<b>Sim</b>
<b>C2</b>	Conexões: Ciências da Natureza e Suas Tecnologias	Não	Não
<b>C3</b>	Diálogo: Ciências da Natureza e Suas Tecnologias	Não	Não
<b>C4</b>	Matéria, Energia e Vida: Uma Abordagem Interdisciplinar	<b>Sim</b>	<b>Sim</b>
<b>C5</b>	Moderna Plus: Ciências da Natureza e Suas Tecnologias	Não	Não
<b>C6</b>	Multiversos: Ciências da Natureza	Não	<b>Sim</b>
<b>C7</b>	Ser Protagonista: Ciências da Natureza e Suas Tecnologias	Não	Não

Observa-se no **Quadro 2** que na coleção **C4** há a abordagem do ensino da evolução contextualizado a Virologia. O trecho pode ser observado a seguir:

“Além disso, é alta a variabilidade genética causada pelas taxas de mutação observadas nos vírus, os quais, sob pressões seletivas, passam por processos evolutivos. (...) As alterações no material genético dos vírus ocorrem porque erros na replicação do genoma viral acontecem com grande frequência e não são corrigidos por mecanismos celulares. Como consequência disso, formam-se novas variedades genéticas que podem causar doenças antes desconhecidas. (...) As epidemias sazonais de gripe, por exemplo, são causadas por novas variedades do vírus do gênero Influenza. Essas novas cepas são diferentes o suficiente para que as pessoas tenham uma imunidade baixa contra elas, mesmo que já tenham sido infectadas por outras cepas virais. Isso explica a necessidade de desenvolver vacinas anuais contra a gripe (...).” (MORTIMER et al., 2020, p. 79)

O trecho aparece incorporado ao texto principal, tendo uma posição de destaque dentro do livro. Assim, observa-se que há a abordagem do ensino de Evolução contextualizado a Virologia e com a apresentação de mecanismos evolutivos além de outras informações com profundidade suficiente para se trabalhar a temática em sala de aula e que poderiam ser utilizados como texto base para a leitura dos estudantes.

Ademais, constata-se no **Quadro 2** que as coleções **C1**, **C4** e **C5** apresentam atividades de reflexão ou revisão que são estímulos a trabalhar o ensino de evolução contextualizado a Virologia em sala de aula. Os trechos das coleções **C1** e **C5** podem ser observados, respectivamente, a seguir:

“Durante as duas primeiras décadas do século XXI, a humanidade foi acometida por doenças infecciosas causadas por variações mais agressivas de vírus tidos como comuns. Em 2002, teve início a epidemia da síndrome respiratória aguda grave (SARS, do inglês *severe acute respiratory syndrome*), causada por um tipo de coronavírus, o SARS-CoV. Em 2009, uma pandemia de gripe, chamada na época de gripe suína, causada pelo vírus H1N1, mobilizou a atenção e os esforços das autoridades sanitárias em todo o planeta. Dez anos depois, em dezembro de 2019, as infecções causadas pelo SARS-CoV-2, um novo coronavírus, começaram a se multiplicar a partir da cidade de Wuhan, na China, causando a pandemia do coronavírus (COVID, do inglês *coronavirus disease*), que a Organização Mundial da Saúde (OMS) passou a chamar de COVID-19. O “19” é uma referência ao ano de sua descoberta.” (LOPES; ROSSO, 2020b, p. 75)

“Por que a ocorrência de mutações em agentes causadores de doenças, como o novo coronavírus, poderia dificultar o desenvolvimento de estratégias de combate a eles? Converse com seus colegas a respeito.” (GODOY; AGNOLO; MELO, 2020, p. 126)

Os trechos retirados das coleções **C1** e **C5** não estão inseridos dentro do texto principal do livro. Ainda, observa-se que na coleção **C1** não há apresentação de mecanismos evolutivos. Assim, os estímulos não possuem profundidade ou informações que sejam suficientes dentro da própria coleção e dependeria ou do professor ou dos próprios estudantes ir em busca de mais informações e materiais para se obter maior profundidade dentro da temática, de maneira conseguir trabalhar a temática com os estudantes em sala de aula.

Uma temática ou até mesmo a correlação e a contextualização entre diferentes temáticas, precisam ser abordadas pelas coleções de livros didáticos de maneira interligada para que essa relação possa ser utilizada pelo professor. O livro didático que promova a contextualização e a formação integral do indivíduo, comprometido com sua realidade social, cultural, política e econômica, torna-se imprescindível de modo a articular diversas áreas do conhecimento relacionadas aos diferentes temas abordados (NETO, 2015; NETO; FRACALANZA, 2003). Assim, as coleções precisam abordar os temas da Ciências da Natureza cada vez mais contextualizados, até para permitir um maior aprofundamento e de reflexões por parte do estudante, entrando, assim, em acordo com a própria Base Nacional Comum Curricular (BNCC): para que os estudantes aprofundem e ampliem suas reflexões a respeito dos contextos de produção e aplicação do conhecimento científico e tecnológico (BRASIL, 2018, p. 550) os conhecimentos conceituais associados a essas temáticas constituem uma base que permite aos estudantes investigar, analisar e discutir situações-problema que emergem de diferentes contextos socioculturais. (BRASIL, 2020, p. 548).

É importante compreender que os livros didáticos são os mais importantes agentes de letramento de quase toda a população brasileira, isso por conta da relevância que tem na organização curricular que acaba decidindo o que se deve ensinar (MOURA, 2022). O livro didático aparece, servindo de ponte entre as instâncias produtoras do conhecimento e o processo pedagógico, sistematizando e didatizando os saberes escolares, estabelecendo o programa, a organização os conteúdos e a elaboração dos exercícios, pautando o dia a dia das aulas (NETO, 2015). Assim, entendemos que as coleções de livros didáticos precisam apresentar materiais e informações com profundidade, que possam servir como base ao

professor para planejamento e sua atuação em sala de aula e que possam ser usados como fonte de informações para as práticas de aprendizagem.

Entendemos que há necessidade dos livros didáticos de abordarem o ensino de evolução contextualizado a outros temas, como o ensino de Virologia, devido a sua importância para a saúde pública, de maneira em que o professor possa ter este material como recurso a ser utilizado em sala de aula e em seu planejamento. Além disso, essa contextualização é importante para a Alfabetização Científica do estudante, para ampliar a utilização e incorporação do conhecimento científico em diferentes contextos. Como abordado por SASSERON e CARVALHO (2008) um dos eixos da Alfabetização Científica preocupa-se com a compreensão da natureza da Ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática, pois, em nosso cotidiano, sempre nos defrontamos com informações e conjunto de novas circunstâncias que nos exigem reflexões e análises considerando-se o contexto antes de proceder. Deste modo, segundo as autoras, tendo em mente a forma como as investigações científicas são realizadas, podemos encontrar subsídios para o exame de problemas do cotidiano que envolvam conceitos científicos ou conhecimentos advindos deles.

Assim, vimos majoritariamente que as coleções de Ciências da Natureza não estão abordando a contextualização do ensino de evolução com o ensino de Virologia e avaliamos que existe a importância social dessa relação, demonstrada mundialmente pelos problemas e dificuldades sociais e científicos enfrentados durante a pandemia de COVID-19.

## 4.2 Sequência de Ensino Investigativa

Durante esta etapa, obteve-se os dados com a aplicação da Sequência de Ensino Investigativa desenvolvida, sendo esse material passado por uma leitura geral e extensiva, depois organizada de acordo com as etapas de aplicação. Posteriormente, tem-se a inferência e a interpretação dos resultados apurados em cada etapa de aplicação.

### 4.2.1 Sequência de Ensino Investigativa como produto

O produto desenvolvido é uma Sequência de Ensino Investigativa, dividida em cinco diferentes etapas, sendo que cada etapa é organizada para durar uma aula de 50 minutos. Entretanto, na **Etapa 2** e na **Etapa 5** desta sequência podem, em acordo com o andamento de sua aplicação, ser necessários aumentar a duração para duas aulas de 50 minutos.

Baseou-se na classificação proposta por CARVALHO (2018) de que as sequências de ensino podem apresentar diferentes graus de liberdade intelectual. Segundo a autora, o grau 1 representa o ensino diretivo e o grau 5 representa o ensino por investigação, sendo os graus 2, 3 e 4 intermediários entre as duas metodologias de ensino. Desta maneira, a sequência desenvolvida enquadra-se como grau 3, representando, como classificado por CARVALHO (2018), um ensino com viés investigativo em que o professor propõe e dirige a problematização.

As abordagens teóricas que fundamentam cada etapa da Sequência de Ensino Investigativa estão descritas juntos aos seus objetivos. Da mesma maneira, está apresentada a categorização dos questionamentos realizados durante a sua aplicação, em perguntas didáticas, científicas ou epistêmicas.

Em acordo com CARVALHO (2018), as perguntas realizadas ao longo da Sequência de Ensino Investigativa são classificadas em acordo com a sua função, podendo ser de estímulo à participação (pergunta didática), relacionadas às técnicas da ciência (pergunta científica) e com o intuito de construção de significados (pergunta epistêmica). Além do mais, entende-se que determinada pergunta pode apresentar mais de uma função quanto a sua categorização. Segundo RUBINSTEIN (2019), uma pergunta pode ser analisada como disparadora de uma situação de aprendizagem, sendo elemento chave na dinâmica da sala de aula como uma ferramenta própria do ato de mediar, em que o mediador se coloca entre o mediado e o objeto, para, através de um estilo interrogatório, provocar desequilíbrios que favoreçam um aprendizado mais reflexivo. Assim, a categorização dos questionamentos em funções auxilia no entendimento da intencionalidade do professor-pesquisador na Sequência de Ensino Investigativa, de maneira em que o que é pretendido com a pergunta está sempre em evidência.

A versão final e a versão aplicada da Sequência de Ensino Investigativa apresentam as mesmas etapas, mas com alterações em busca de um aprimoramento. A versão aplicada encontra-se no item **4.2.2**. A versão final com os aprimoramentos realizados após a aplicação da sequência pode ser visualizada no **APÊNDICE I**.

## 4.2.2 Estrutura da Sequência de Ensino Investigativa aplicada

**Quadro 3:** Síntese da Sequência de Ensino Investigativa aplicada.

<b>Etapas</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Atividades</b>
<b>1</b>	Levantamento dos conhecimentos prévios.	Construção de uma discussão através da pergunta didática-norteadora: “O que quer dizer ‘viralizou?’”, de maneira que a todos os conceitos relacionados a Virologia e evolução que emergem sejam discutidos.
<b>2</b>	Explicações causais e de construção de hipóteses.	Formação de grupos de estudantes e a introdução do contexto e do material do Estudo de Caso, como apresentado no <b>APÊNDICE II</b> . Construção de hipóteses pelos grupos respondendo à pergunta científica: “Como surgem as variantes virais?”.
<b>3</b>	Levantamento de argumentação e arguição das hipóteses.	Criação de um debate para que os estudantes expliquem e argumentem as hipóteses construídas na etapa anterior. Os estudantes devem entrar em um consenso sobre quais são as hipóteses mais sólidas, de forma a tentar validá-las ou refutá-las.
<b>4</b>	Construção coletiva de conclusões.	Construção de um debate em que o professor analisa junto a turma as hipóteses que os estudantes selecionaram na etapa anterior como sendo mais sólidas. Assim, apresenta-se diferentes teorias que explicam como podem surgir as variantes virais e os estudantes devem classificar as hipóteses baseado nessas teorias.
<b>5</b>	Desenvolvimento de uma apresentação a comunidade das informações e conclusões obtidas ao longo da Sequência de Ensino Investigativa.	Reunião dos grupos para que construam panfletos informativos. O objetivo destes panfletos é que sejam distribuídos para a comunidade escolar contendo informações exploradas ao longo da Sequência de Ensino Investigativa, elencadas pelos próprios estudantes como mais importantes a serem compartilhadas.

**Etapa 1**

**Objetivo:** Levantamento dos conhecimentos prévios de forma contextualizada ao cotidiano.

**Referencial Teórico:** Segundo as etapas propostas por CARVALHO (2011), aqui ocorre a apresentação do problema para um início da construção de conhecimento. Os indicadores de habilidades vinculadas a Alfabetização Científica propostas por SASSERON (2015), aqui ocorre o uso de raciocínio lógico e raciocínio proporcional durante a investigação e a comunicação de ideias.

**Descrição:** Durante a etapa, registra-se em forma de tópicos no quadro e discute-se as informações mais importantes que os estudantes apresentarem para os questionamentos que serão realizados. Iniciando a aula, escreve-se no quadro a seguinte pergunta didática “O que quer dizer ‘viralizou’?”. Com esta pergunta inicia-se uma discussão com os estudantes com base em seus conhecimentos prévios. De maneira a relacionar o contexto das redes sociais com as características da transmissibilidade viral e de dar continuidade à discussão, realiza-se no quadro a pergunta didática-científica: “Qual a relação entre o termo ‘viralizou’ e os vírus?” e, posteriormente, a pergunta didática-epistêmica: “Quais são os conceitos científicos que podemos concluir dessa discussão?”. Os estudantes também registram as suas respostas em uma folha e entregar ao professor.

## **Etapa 2**

**Objetivo:** Explicações causais e de construção de hipóteses pelos estudantes trabalhando com evidências.

**Referencial Teórico:** Seguindo as etapas propostas por CARVALHO (2011), tem-se tanto a apresentação do problema para um início da construção de conhecimento quanto a ação manipulativa para a construção intelectual e da ação intelectual para a construção de novas hipóteses. Os indicadores de habilidades vinculadas a Alfabetização Científica propostas por SASSERON (2015), aqui ocorre o trabalho com as informações e com os dados disponíveis; o levantamento e teste de hipóteses construídas pelos estudantes; e o uso de raciocínio lógico e raciocínio proporcional durante a investigação e a comunicação de ideias.

**Descrição:** Organiza-se os estudantes em grupos de três a cinco integrantes e é apresentado o Estudo de Caso referente as variantes virais de SARS-CoV-2 e Influenza, como apresentado no **APÊNCIDE II**. Assim, os estudantes possuem acesso ao contexto e material com informações das duas diferentes doenças respiratórias virais, tendo o enfoque nas diferentes variantes dos agentes causais, para se entender a importância das variantes para a saúde pública. Dá-se um tempo, que pode variar de 20 a 30 minutos para que os grupos possam avaliar o contexto e as Fichas Técnicas. Durante este tempo, os grupos de estudantes são instigados com perguntas científicas como: “Como as variantes virais podem interferir na resistência que as pessoas possuem ao agente?”, “Como as variantes virais podem interferir na eficácia de uma vacina ou tratamento?” e “Por que essas variantes são ou podem ser importantes no controle das doenças?”. A partir do Estudo de Caso os grupos de estudantes

constroem uma hipótese que responde a seguinte pergunta científica-norteadora: “Como surgem as variantes virais?”. Os estudantes registram suas hipóteses em uma folha e a entregam para o professor.

### **Etapa 3**

**Objetivo:** Levantamento de argumentação e arguição das hipóteses.

**Referencial Teórico:** Seguindo as etapas propostas por CARVALHO (2011), aqui ocorre a tomada de consciência dos estudantes de seus atos para a construção do conhecimento. Os indicadores de habilidades vinculadas a Alfabetização Científica propostas por SASSERON (2015), aqui ocorre o trabalho com as informações e com os dados disponíveis; o levantamento e teste de hipóteses construídas pelos estudantes; o estabelecimento de explicações sobre fenômenos em estudo, buscando justificativas para torná-las robustas; e o uso de raciocínio lógico e raciocínio proporcional durante a investigação e a comunicação de ideias.

**Descrição:** Abre-se um debate, através de uma roda de conversa, para que os grupos possam explicar e argumentar as hipóteses construídas na etapa anterior. Os estudantes também precisam debater para tentarem entrar em um consenso sobre quais as hipóteses que melhor explicam como surgem as variações virais, de forma a tentar validá-las ou refutá-las. O professor se posiciona como moderador durante o debate promovendo a discussão com perguntas didáticas: “Essa hipótese faz sentido?”, científicas: “Há erros conceituais nessa hipótese?” e epistêmicas: “Podemos validar ou refutar essa hipótese com base na argumentação apresentada?” além de outras que surjam ao longo da discussão. Os estudantes podem utilizar o quadro ou qualquer outro recurso que desejarem para apresentar suas hipóteses e argumentações. As argumentações que aparecem são registradas pelos estudantes em uma folha e entregue para o professor.

### **Etapa 4**

**Objetivo:** Construção coletiva de conclusões sobre as hipóteses e argumentos apresentados.

**Referencial Teórico:** Seguindo as etapas propostas por CARVALHO (2011), aqui emerge a construção de explicações científicas. Os indicadores de habilidades vinculadas a Alfabetização Científica propostas por SASSERON (2015), aqui ocorre o estabelecimento de explicações sobre fenômenos em estudo, buscando justificativas para torná-las robustas; e o

uso de raciocínio lógico e raciocínio proporcional durante a investigação e a comunicação de ideias.

**Descrição:** O professor analisa junto a turma, para se construir um debate, as hipóteses que os estudantes selecionaram na etapa anterior como sendo as mais sólidas. De maneira a guiar este debate, apresenta-se aos estudantes diferentes teorias que explicam como poderiam surgir variações dos seres vivos para que assim, tentem classificar as hipóteses nas teorias apresentadas. Perguntas epistêmicas como: “Em qual teoria evolutiva podemos classificar essa hipótese?” foram realizadas. Essas classificações são registradas pelos estudantes em uma folha e entregues ao professor.

## **Etapa 5**

**Objetivo:** Desenvolvimento de uma apresentação a comunidade das informações e conclusões que foram obtidas ao longo da Sequência de Ensino Investigativa.

**Referencial Teórico:** Seguindo as etapas propostas por CARVALHO (2011), tem-se a ação manipulativa para a construção intelectual quanto a construção de explicações científicas. Os indicadores de habilidades vinculadas a Alfabetização Científica propostas por SASSERON (2015), aqui ocorre o trabalho com as informações e com os dados disponíveis; o estabelecimento de explicações sobre fenômenos em estudo, buscando justificativas para torná-las robustas; e o uso de raciocínio lógico e raciocínio proporcional durante a investigação e a comunicação de ideias.

**Descrição:** De maneira a finalizar a Sequência de Ensino Investigativa, propõe-se a construção de panfletos pelos estudantes. Os mesmos grupos da **Etapa 2** são reunidos para a construção de panfletos informativos. O objetivo é que estes sejam distribuídos para a comunidade escolar durante algum evento que haja a participação das famílias dos estudantes. Estes panfletos precisam conter informações sobre o que foi estudado ao longo da Sequência de Ensino Investigativa, com o conteúdo em que os próprios estudantes julguem como mais importante a ser compartilhado com a comunidade, tendo assim liberdade na formulação e design. Esses panfletos precisam ser feitos em formatos digitais pelo *software* de preferência do estudante para serem impressos pela escola. Por fim, no ato de entrega dos modelos dos panfletos é realizada a pergunta epistêmica: “Qual é o objetivo do grupo com esse panfleto?”. As respostas são registradas pelos estudantes em uma folha e entregue para o professor.

### 4.2.3 Aplicação e discussão da Sequência de Ensino Investigativa

Descreve-se aqui, por etapas, o processo da aplicação da Sequência de Ensino Investigativa pelo professor-pesquisador, com a descrição dos eventos ocorridos e das evidências encontradas. Da mesma maneira, discute-se os resultados obtidos com a aplicação e os aprimoramentos a sequência.

#### Etapa 1

Durante a aplicação dessa etapa, os estudantes foram participativos na discussão. Emergiram respostas que permitiram apurar os conhecimentos prévios dos participantes acerca da temática em tela (**Quadro 4**). A foto do quadro que foi construído durante a etapa pode ser visualizada na **Figura 1** e o esquema representativo dos quadros das salas de aula pode ser visualizado na **Figura 2**.

**Quadro 4:** Conhecimentos prévios apurados na **Etapa 1** da Sequência de Ensino Investigativa.

<b>Pergunta didática: O que quer dizer ‘viralizou’?</b>	
Algo compartilhado em larga escala;	Pode deixar alguém doente;
São ou podem virar “memes”;	Algo que se espalha rapidamente;
Algo que fica para sempre na internet;	Pode causar isolamento social de quem assiste;
Conteúdos que são incontrolláveis;	Forma de se lucrar ou ser pago;
Algo que ganhou fama;	Pode ser a variação de um conteúdo;
Conteúdos que viciam;	É um tipo de influência;
Algo que se encontra em várias plataformas;	Podem aparecer de repente;
Pode ser uma fofoca;	É uma <i>trend</i> ;
Quando algo que foi visto muitas vezes ou possui muitas visualizações;	São conteúdos voltados ao público jovem;
Podem ser marcas ou lojas que entram na moda;	Música que está todo mundo ouvindo;
Algo que repercutiu;	Algo que espalhou ou expandiu.
<b>Pergunta didática-científica: Qual a relação entre o termo ‘viralizou’ e os vírus?</b>	
Os vírus se multiplicam rapidamente;	Os vírus podem aparecer de repente;
Os vírus se espalham muito rápido;	Os vírus podem permanecer na população ou desaparecer;
Os vírus podem causar doenças	Os vírus apresentam variantes;
Os vírus podem se propagar e serem compartilhados;	Os vírus podem causar isolamento social.
Os vírus podem ser controlados por tratamentos;	

Pergunta didática-epistêmica: Quais são os conceitos científicos que podemos concluir dessa discussão?	
São parasitas;	Apresentam variantes (variabilidade viral);
Infectam células;	Apresentam uma grande diversidade;
São causadores de doenças;	Apresentam uma alta transmissibilidade.
Podem ser classificados como seres vivos;	

11/09 301  
BIO AULA 1

→ QUAL A RELAÇÃO ENTRE O TERMO "VIRALIZOU" COM OS VÍRUS?  
 → APARECE "DO NADA"  
 → PODE DEIXAR ALGUÉM DOENTE;  
 → ALGO QUE SE ESPALHA MUITO;  
 → COMPARTILHADO;  
 → PROPAGAÇÃO  
 → ISOLAMENTO (EVITA TRANSMISSÃO)  
 → PERMANECE NA POPULAÇÃO, DESAPARECE.  
 → VARIANTES.

VIRALIZOU  
 → PARA SEMPRE NA INTERNETE  
 → COMPARTILHADO EM GRANDE ESCALA;  
 → GANHOU FAMA;  
 → ESPALHOU/EXPANDIU  
 → LOCAR;  
 → VÁRIAS PLATAFORMAS;  
 → ALGO VISTO MUITA VEZES;  
 → ALGO QUE REPERCUTIU;  
 → TIPO DE INFLUENZA;  
 → "MEMES"  
 → ALGO RÁPIDO;  
 → PODE DEIXAR ALGUÉM DOENTE  
 → ISOLADO DO SOCIAL  
 → VARIAÇÃO DE CONTEÚDO

→ CONCEITOS DE VÍRUS/VIROLOGIA QUEMOS PIRAR DESSA DISCUSSÃO?  
 → TRANSMISSIBILIDADE  
 → A VARIEDADE/DIVERSIDADE  
 → CAUSADORES DE DOENÇAS;  
 → PARASITA CELULAR;

---

13/09/23 - AULA 1  
BIOLOGIA 302

→ O QUE QUER DIZER "VIRALIZOU"?  
 → QUANDO VÍDEO/NOTÍCIA... POSSUI MUITAS VISUALIZAÇÕES;  
 → ALGO QUE FICA FAMOSO;  
 → MÚSICA QUE ESTÁ TODO MUNDO OUVINDO;  
 → "TREND" (ALGO QUE TODO MUNDO REPERTE);  
 → ALGO MUITO COMENTADO;  
 → ALGO QUE VIROU NOTÍCIA;  
 → "FOFOCAS"  
 → REDES SOCIAIS (INSTA, TIKTOK, SITES, "X",...)  
 → MAIS VOLTADO AO PÚBLICO JOVEM;  
 → MARCAS/COISAS QUE FICAM NA MODA;  
 → ESPALHAM RÁPIDO;  
 → VÍCIO;  
 → SÃO INCONTROLÁVEIS

→ O QUE O TERMO "VIRALIZOU" TEM EM RELAÇÃO AOS VÍRUS?  
 → OS VÍRUS SE MULTIPLICAM RÁPIDAMENTE;  
 → OS VÍRUS ESPALHAM MUITO RÁPIDO;  
 → PODEM CAUSAR DOENÇAS;  
 → ELAS PODEM SER CONTROLADAS (VACINA/TRATAMENTO)  
 → VARIAM BASTANTE

→ QUAIS CONCEITOS SOBRE OS VÍRUS QUEMOS PIRAR DESSA DISCUSSÃO?  
 → PARASITA;  
 → PODEM SER CLASSIFICADOS COMO SERES VIVOS;  
 → TRANSMISSIBILIDADE ALTA;  
 → VARIANTES → VARIABILIDADE VIRAL;

Figura 1: Registro fotográfico dos quadros das salas de aula durante as discussões realizadas durante a Etapa 1. Quadro da turma 301 na parte superior e da turma 302 na parte inferior.

## Turma 301

## O que quer dizer 'viralizou'?

- Podem aparecer de repente.
- Algo que fica para sempre na internet.
- Algo que espalhou ou expandiu.
- Pode deixar alguém doente.
- Pode causar isolamento social de quem assiste.
- Pode ser a variação de um conteúdo.
- Algo compartilhado em larga escala.
- São ou podem virar "memes".
- Algo que ganhou fama.
- Algo que se encontra em várias plataformas.
- Quando algo que foi visto muitas vezes ou possui muitas visualizações.
- Algo que repercutiu.
- Forma de se lucrar ou ser pago.

## Qual a relação entre o termo 'viralizou' e os vírus?

- Os vírus podem aparecer de repente.
- Os vírus podem permanecer na população ou desaparecer.
- Os vírus se espalham muito rápido.
- Os vírus podem causar doenças.
- Podem causar isolamento social.
- Apresentam variantes.
- Os vírus podem se propagar e serem compartilhados.

## Quais são os conceitos científicos que podemos concluir dessa discussão?

- São parasitas.
- Infectam células.
- São causadores de doenças.
- Apresentam variantes (variabilidade viral).
- Apresentam uma grande diversidade.
- Apresentam uma alta transmissibilidade.

## Turma 302

## O que quer dizer 'viralizou'?

- Algo que se espalha rapidamente.
- Conteúdos que são incontroláveis.
- Conteúdos que viciam.
- Quando algo que foi visto muitas vezes ou possui muitas visualizações.
- Algo compartilhado em larga escala.
- Algo que ganhou fama.
- Podem ser marcas ou lojas que entram na moda.
- Algo que repercutiu.
- É uma *trend*.
- São conteúdos voltados ao público jovem.
- Música que está todo mundo ouvindo.

## Qual a relação entre o termo 'viralizou' e os vírus?

- Os vírus se espalham muito rápido.
- Os vírus podem ser controlados por tratamentos.
- Os vírus podem causar doenças.
- Os vírus se multiplicam rapidamente.

## Quais são os conceitos científicos que podemos concluir dessa discussão?

- São parasitas.
- Podem ser classificados como seres vivos.
- Apresentam variantes (variabilidade viral).
- Apresentam uma alta transmissibilidade.

**Figura 2:** Esquema representativo dos quadros das salas de aula durante as discussões realizadas durante a **Etapa 1**. As setas em azul representam as conexões realizadas pelos estudantes nas diferentes perguntas apresentadas. Quadro da turma 301 na parte superior e da turma 302 na parte inferior.

A ideia do conhecimento prévio como influência na aprendizagem parece simples, mas suas implicações são complexas e, para isso, se faz necessário transformar o conhecimento prévio em ações (SANTOS; ROSSI, 2020). Mais que certos ou errados, independentemente de sua origem, os conhecimentos prévios devem ser para o professor, o ponto de partida para desenvolver o processo de mudança conceitual no estudante, com o objetivo de contribuir para que pense distinto do pensamento cotidiano, tendo como referência as características da Ciência. (PIVATTO, 2014). Ainda, durante uma discussão, a primeira preocupação deve ser criar um espaço seguro na aula, em que os professores ouvem e levam em consideração os diferentes pensamentos e opiniões dos estudantes, afastando o receio de

errar para que haja confiança e interesse dos estudantes em participar da discussão (KRASILCHIK, 2004, p. 58-59).

Assim, nessa **Etapa 1**, a discussão da temática contextualizada ao cotidiano do estudante conseguiu criar um ambiente propício para que os estudantes pudessem apresentar seus conhecimentos e participar ativamente da discussão. Isso pode ser observado na grande quantidade de repostas as perguntas didáticas que foram levantadas pelos estudantes, podendo-se observar esse conhecimento se transformando em ações, seja na resposta escrita ou na discussão oral.

Quanto a qualidade das respostas, na **Figura 2**, pode-se observar que o termo “viralizou” foi associado pelos estudantes como “algo que se espalhou ou expandiu” e que foi, também, relacionado a característica viral de que “os vírus se espalham muito rápido”. Além disso, observar-se a relação levantada entre “conteúdos que são incontroláveis” e “os vírus podem ser controlados por tratamentos”. Nesses dois casos exemplificados, entende-se que os estudantes conseguiram relacionar o contexto das redes sociais referentes ao termo “viralizou” as características dos vírus.

Ainda, quanto a **Figura 2**, observa-se construção da relação do termo “viralizar” com o sentido de “pode ser a variação de um conteúdo” com o fato de os vírus “apresentam variantes”. Aqui pode-se levantar que há, por parte dos estudantes, uma inferente relação da Virologia com a Evolução e observa-se a discussão como um elo de união entre o conhecimento científico e o cotidiano do estudante.

Segundo SASSERON (2015) a construção de conhecimento em ciências através da investigação em sala de aula deve oferecer condições para que os estudantes busquem relações causais entre variáveis para explicar o fenômeno em observação, por meio do uso de raciocínios hipotético-dedutivos. Durante a **Etapa 1**, contata-se que essas relações foram construídas pelos estudantes.

## **Etapa 2**

Durante a aplicação dessa etapa, os estudantes, organizados em grupos de 3 a 5 integrantes, iniciaram o Estudo de Caso, descrito no **APÊNDICE II**. Assim, os grupos tiveram cerca de 30 minutos para analisar o material, entender o contexto e serem instigados a discutirem dentro do grupo através das perguntas didáticas-científicas: “Como as variantes

virais podem interferir na resistência que as pessoas possuem ao agente?”, “Como as variantes virais podem interferir na eficácia de uma vacina ou tratamento?” e “Por que essas variantes são ou podem ser importantes no controle das doenças?”. No fim, cada grupo construiu uma hipótese que respondia à pergunta científica: “como surgem as variantes virais?”, que estão listadas e identificadas no **Quadro 5**. As discussões que se seguiram dentro dos grupos resultaram em uma grande diversidade de hipóteses, de maneira a tentar resolver o problema apresentado.

**Quadro 5:** Hipóteses construídas pelos grupos de estudantes para a pergunta científica: “como surgem as variantes virais?” durante a **Etapa 2** e a classificação das hipóteses feita pelos estudantes de acordo com as teorias evolutivas durante a **Etapa 4**.

Identificador da hipótese	Como surgem as variantes virais?	Classificação das hipóteses
H1	As variantes surgem a partir da mutação genética, que faz o vírus evoluir.	Mutacionismo
H2	As variantes virais surgem a partir de mutações genéticas do vírus que alteram seu fenótipo.	Mutacionismo
H3	A variante surgiu através da teoria da evolução, pois estão sempre se desenvolvendo.	Mutacionismo
H4	Surgem a partir da mutação genética que está sempre em desenvolvimento.	Geoffroyismo
H5	Os vírus sofrem mutações na medida que se multiplicam, processo que se modifica a informação genética do vírus.	Teoria Sintética
H6	As variantes virais surgem através de mutações quando se multiplicam.	Lamarckismo
H7	Os vírus sofrem mutações na medida que se duplicam, processo que modifica a informação genética do vírus.	Teoria Sintética
H8	As variantes acontecem perante erros na leitura do DNA que resultam na proteína.	Mutacionismo
H9	As variantes virais surgem através de mutações aleatórias na genética do vírus.	Mutacionismo
H10	As variantes virais surgem através das mutações que acontecem durante a transmissão.	Geoffroyismo
H11	As variantes virais surgem através da mutação do DNA.	Mutacionismo
H12	As variantes virais se modificam para sobreviver no local.	Darwinismo

Durante a aplicação e através dos registros de campo apresentados no **Quadro 5**, infere-se que os grupos de estudantes se empenharam no estudo do material entregue e no entendimento do contexto em que estavam inseridos. SASSERON (2015) destaca que, como abordagem didática, o ensino por investigação demanda que o professor coloque em prática

habilidades que ajudem os estudantes a resolver problemas a eles apresentados, tais como interagir com seus colegas, com os materiais à disposição, com os conhecimentos já sistematizados e existentes. Um bom problema cria-se condições para os alunos resolverem e explicarem o fenômeno envolvido e é aquele em que dá condições para os alunos relacionarem o que aprenderam com o mundo em que vivem (CARVALHO, 2018).

Assim, entendemos que o problema apresentado pelo Estudo de Caso se enquadra como um bom problema, em que os estudantes foram participativos, interagiram entre si, utilizaram do material e contexto propostos e construíram diversas hipóteses em conjunto independentemente, nesse momento, se estão certos ou errados em suas hipóteses e em suas discussões.

NUNES (2016) apresenta que a hipótese tem função argumentativa, de guiar os vários passos da investigação, de impor um recorte mais definido para o problema a ser examinado, a de propor antecipadamente soluções para aquele que se quer resolver (mesmo que estas soluções não sejam confirmadas) e a de criar generalizações coerentes a partir dos fatos percebidos na realidade empírica. Ainda, a autora descreve características desejáveis em hipóteses construídas por estudantes em âmbito escolar, sendo: 1 - propor a solução de um problema (responde ao problema); 2 - ser uma sentença afirmativa (afirmação lógica); 3 - apresentar detalhamento (quantidade de informações que falam sobre o problema); 4 - apresentar clareza (linguagem utilizada e desenvolvimento das ideias); 5 - possuir encadeamento lógico (explicitação das ideias e alegações de maneira estruturadas); 6 - apresentar apropriação conceitual (utiliza conceitos científicos para responder o problema); 7 - possuir inter-relações (seleciona e/ou interpreta dados relacionando com conceitos); 8 - apresentar especificidade (são específicos a unidade de observação); 9 - ter relevância (explica o problema); 10 - ser pertinente (é necessário para explicar o problema).

Como corpo de estudo deste trabalho, analisa-se a seguir duas hipóteses à pergunta científica: “como surgem as variantes virais?” quanto as características desejáveis descritas por NUNES (2016).

Hipótese **H2**: “As variantes virais surgem a partir de mutações genéticas do vírus que alteram seu fenótipo.”. Essa hipótese tenta propor uma solução a questão apresentada, é uma sentença afirmativa, apresenta detalhamento, apresenta clareza, possui encadeamento lógico,

apresenta apropriação conceitual, possui inter-relações, apresenta especificidade, tem relevância e é pertinente. Interpreta-se como sendo uma hipótese viável.

Hipótese **H12**: “As variantes virais se modificam para sobreviver no local.”. Essa hipótese tenta propor uma solução a questão apresentada, é uma sentença afirmativa, não apresenta detalhamento, não apresenta clareza, não possui encadeamento lógico, não apresenta apropriação conceitual, não possui inter-relações, não apresenta especificidade, não tem relevância e é não pertinente. Interpreta-se como sendo uma hipótese não viável.

Assim, quanto aos aspectos apresentados por NUNES (2016) as hipóteses levantadas (**Quadro 5**) observa-se em sua maioria um padrão de coerência e construção, sendo seqüências afirmativas sugerindo explicações com a utilização de conceitos. Entretanto, nem todas apresentam detalhe, relevância e pertinência necessários. É possível observar nas hipóteses que há conhecimentos do domínio conceitual da ciência que foram mobilizados para propor as explicações e estão presentes conhecimentos que provêm de outros repertórios dos estudantes e que vão além da ciência escolar (FRANCO, 2021).

Ainda, ressalta-se, que a construção pelos estudantes de uma hipótese, ainda que interpretada como uma hipótese não viável, não necessariamente diminui ou desqualifica o processo de aprendizagem. Dessa maneira, concorda-se com CARVALHO (2018) quando autora diz que um grupo de estudantes pode errar, mas poderá ser o grupo que mais vai aprender, pois os alunos deste grupo terão de refazer o raciocínio buscando onde cometeram o engano.

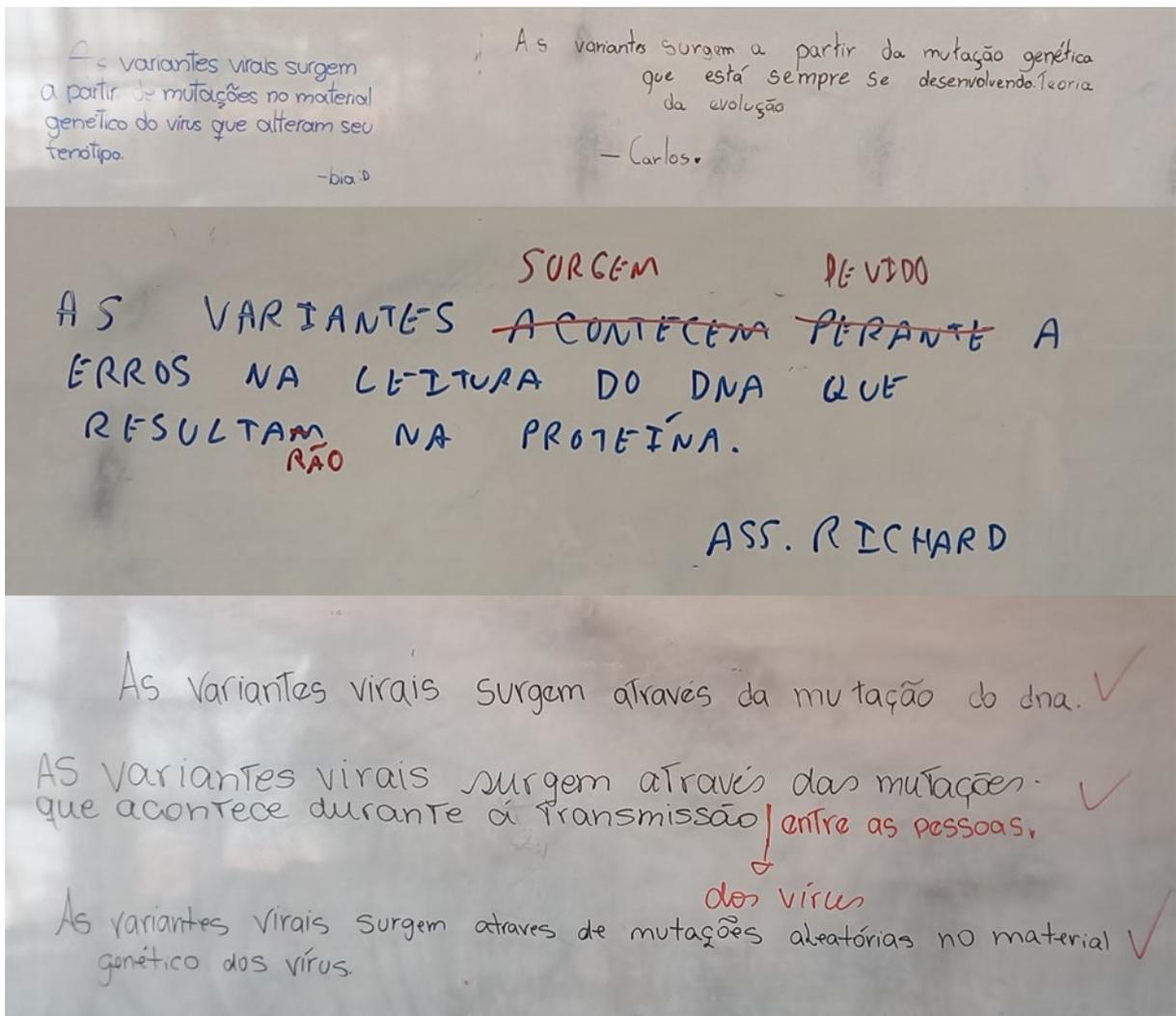
### **Etapa 3**

Durante a aplicação desta etapa, cada grupo selecionou um representante para escrever a hipótese construída no quadro da sala de aula, como mostrado na **Figura 3**. Assim, cada grupo explicou o raciocínio por trás da construção de cada hipótese, trazendo argumentos para defendê-la. Durante o debate, o professor-pesquisador questionou cada uma das hipóteses construídas, no sentido de inicialmente averiguar se realmente a hipótese possuía uma estrutura de hipótese e se apresentava coesão e coerência. Perguntas didáticas: “Essa hipótese faz sentido?”, científicas: “Há erros conceituais nessa hipótese?” e epistêmicas: “Podemos validar ou refutar essa hipótese com base na argumentação apresentada?” foram sendo realizadas pelo professor-pesquisador. Os estudantes foram participativos e apreciaram as hipóteses construídas, argumentando a favor ou contra as mesmas. Durante o debate, algumas

das hipóteses foram sendo modificadas e melhoradas pelo próprio grupo que a propôs, como apresentado na **Figura 4**.



**Figura 3:** Estudantes escrevendo suas hipóteses no quadro durante a Etapa 3 para que fossem debatidas.



**Figura 4:** Anotações das hipóteses, sendo algumas com correções, feitas pelos próprios estudantes durante a **Etapa 3** de aplicação da Sequência de Ensino Investigativa.

Constatou-se no **Quadro 5** hipóteses com erros conceituais ou escritas falhas, mas que devem ser valorizadas no processo de aprendizagem, no entendimento dos preceitos científicos e da Alfabetização Científica dos estudantes do Ensino Básico. Ainda, nesse espaço social, tem-se a valorização da argumentação, do debate e da experiência dos estudantes na construção do pensamento científico e da construção coletiva de conhecimento. Uma discussão coletiva, na qual se incentiva que os estudantes expusessem suas sugestões para as hipóteses e, ainda, que avaliassem criticamente as ideias dos colegas, deixa-se claro que a refutação ou a crítica a uma hipótese enriquece o processo de construção e aquisição de conhecimentos e se assemelha fortemente à rotina de trabalho dos cientistas (KASSEBOEHMER; FERREIRA, 2013).

CARVALHO & SASSERON (2015) ressaltam que existe uma distância muito grande entre os cientistas e os estudantes que aprendem Ciência na escola básica, no que diz respeito aos objetivos e da construção de entendimento. Ainda, as autoras ressaltam que o professor precisa ter o cuidado para não pensar nos estudantes como cientistas mirins, mas de estudar os principais aspectos do processo científico e adaptá-los para o ensino. Ao mesmo tempo, o ensino por investigação exige que o professor valorize pequenas ações do trabalho e compreenda a importância de colocá-las em destaque como, por exemplo, os pequenos erros e/ou imprecisões manifestados pelos estudantes, as hipóteses originadas em conhecimentos anteriores e na experiência de sua turma, as relações em desenvolvimento (SASSERON, 2015).

Quanto aos conhecimentos conceituais acerca da Evolução Biológica, pode-se observar nas hipóteses construídas pelos estudantes (**Quadro 5**) mecanismos que estão relacionados a Teoria Sintética da Evolução. Pode-se observar que majoritariamente as hipóteses trazem o entendimento das mutações como um dos mecanismos geradores de variações. Nas hipóteses (**H5, H7, H7, H8 e H10**) observa-se em qual momento a mutação acontece. Também, pode-se observar nas hipóteses uma relação de causa e consequência da mutação para os indivíduos (**H2, H5, H7 e H8**).

Observa-se nas hipóteses construídas pelos estudantes (**Quadro 5**) uma tendência a mostrar quais são os mecanismos que fazem surgir a variação dentro dos seres vivos. A pergunta científica: “como surgem as variantes virais?” direcionou o estudante a construir hipóteses relativas a esses mecanismos. Assim, visto que a mutação se torna algo majoritário na elaboração das hipóteses dos estudantes, avalia-se que os estudantes possuem o

conhecimento desse conceito. Esse fato suportaria o entendimento de que para os estudantes essa é a única forma com que a Evolução Biológica atua, desconsiderando outros tópicos evolutivos como seleção natural ou deriva genética. Entretanto, devido aos estudantes terem tido contato e estudado o conteúdo de Genética anteriormente a aplicação desta Sequência de Ensino Investigativa, os estudantes a focaram suas hipóteses nos mecanismos genéticos da Evolução aprendidos anteriormente.

Desse modo, poder-se-ia cogitar uma reformulação da pergunta científica para o levantamento de hipóteses de maneira a tentar trazer uma maior amplitude de conceitos evolutivos. Entretanto, devido ao contexto dos estudantes apresentado no parágrafo anterior, não há tal essa necessidade, pois, dentro da **Etapa 4** desta sequência, no momento em que o professor intervém e discute com os estudantes as hipóteses levantadas, pode-se apresentar e dialogar sobre os pontos importantes que não foram levantados. A tendência observada foi realidade para o contexto em que a sequência foi aplicada, entretanto, é possível que, em diferentes contextos apresentem diferentes tendências para a construção de hipóteses e que as diferentes tendências também precisem ser contornadas na etapa seguinte da Sequência de Ensino Investigativa.

#### **Etapa 4**

Durante a aplicação desta etapa, o professor-pesquisador atuou como um avaliador das hipóteses e das argumentações apresentadas pelos estudantes nas etapas anteriores. Assim, o professor-pesquisador criou um momento dialético em que se avaliava a solidez de cada hipótese e se ela apresentava ou não coerência e coesão. Os estudantes eram instigados a participar dos comentários realizados, com perguntas didáticas como: “Isso faz sentido para vocês?” e eventuais outras que fossem acontecendo. Entretanto, os estudantes se mostraram menos participativos do que o esperado, mesmo com a utilização das perguntas didáticas. Foi um momento curto, finalizando as discussões da etapa anterior.

Após isso, o segundo momento se instaurou, em que foram apresentados aos estudantes diferentes teorias que poderiam explicar as variantes virais que existem. Através da pergunta epistêmica: “Em qual teoria evolutiva podemos classificar essa hipótese?” os estudantes, individualmente fizeram sua classificação. Assim, essa classificação foi apresentada ao professor-pesquisador que a apresentou a toda a turma, criando um momento de discussão e conclusão. As hipóteses foram classificadas pelos estudantes de acordo com as

teorias evolutivas apresentadas durante a aula. Essa classificação pode ser visualizada no **Quadro 5**.

VASCONCELLOS (1992) verificou, sobre a estrutura de funcionamento da metodologia expositiva, que o trabalho do professor se concentra na exposição, a mais clara e precisa possível. Ainda, de acordo com o autor, do ponto de vista pedagógico, a metodologia expositiva apresenta alto risco de não aprendizagem, justamente em função do baixo nível de interação sujeito-objeto de conhecimento, ou seja, o grau de probabilidade de interação significativa é muito baixo. Entrando, a aula expositiva pode merecer ainda um lugar didático, desde que bem realizada apresenta a vantagens de seu emprego (ROITMAN, 1981). Segundo ANDREATA (2019) há diversas maneiras de melhorar uma aula expositiva e a ideia-chave que buscamos aproveitar é: incluir o diálogo nas aulas. ANDREATA (2019) propõem dez sugestões para que as potencialidades da aula expositiva sejam aproveitadas ao máximo: usar o diálogo, ter ética, respeitar os saberes prévios dos alunos, domínio do conteúdo, respeitar o diferente, conceder autonomia aos alunos, tornar críticos os alunos, querer bem aos educandos, ter alegria e ser coerente.

A **Etapa 4** tornou-se uma aula com características mais expositiva, com uma menor participação dos estudantes em relação as outras etapas, mesmo com a utilização de perguntas didáticas, para incitar o diálogo. Entretanto, a aula ainda apresentou uma estrutura dialética entre professor e estudantes. Apesar de ser uma aula com características mais expositivas do que investigativas, é um momento necessário para a conclusão da Sequência de Ensino Investigativa, da construção de conhecimento e da abordagem de tópicos dentro do conteúdo que não tenham sido discutidos. Assim, há três pontos que fazem entender que os estudantes não tiveram apenas papel passivo: primeiro por terem sido eles a criar o conteúdo discutido durante a aula; segundo por participarem através das perguntas didáticas; e terceiro por ser momento de conclusão ao classificar a hipóteses criadas.

Quanto ao conteúdo evolutivo, após aplicação da sequência, entendo que esta **Etapa 4** é a que precisa ser modificada para se ter uma Sequência de Ensino Investigativa mais produtiva. Debater com os estudantes teorias evolucionistas como Geoffroyismo ou Mutacionismo se mostrou desnecessário, pois, em detrimento de se ensinar sobre a Teoria Sintética da Evolução, está se ensinando sobre teorias obsoletas e de pouca relevância ao estudante do Ensino Básico. Assim, foi realizado uma modificação para se ter uma **Etapa 4** mais produtiva dentro da sequência, sendo que um melhor momento para a conclusão seria a

de discutir em quais pontos da Teoria Sintética da Evolução a hipótese construída se encaixa e finalizar abordando todos os pontos dessa teoria não apresentadas pelos estudantes. Desta maneira, essa etapa poderia se tornar um ponto de partida para o professor identificar o que não foi consolidado pelos estudantes e dar continuidade ao ensino após a aplicação desta Sequência de Ensino Investigativa.

### Etapa 5

Durante a aplicação desta etapa, os grupos foram novamente reunidos, como mostrado na **Figura 5**, para que os estudantes pudessem discutir e montar panfletos como forma de apresentação a comunidade do que foi aprendido durante a Sequência de Ensino Investigativa. Assim, foram montados os esboços do formato e conteúdo de cada panfleto. Para terminar, os estudantes tiveram duas semanas para apresentarem os panfletos prontos em formato digital, podendo utilizar o *software* que preferissem. Por fim, foram produzidos, pelos estudantes, um total de sete panfletos diferentes, que podem ser visualizadas no **ANEXO I**. As respostas para a pergunta epistêmica “Qual é o objetivo do grupo com esse panfleto?” estão registradas no **Quadro 6**. Esses panfletos foram distribuídos, pelos próprios estudantes, durante o evento de formatura dos mesmos.



**Figura 5:** Construção dos esboços dos panfletos produzidos a serem produzidos pelos estudantes.

**Quadro 6:** Respostas em tópicos dos estudantes para a pergunta epistêmica “Qual é o objetivo do grupo com esse panfleto?”, realizada no final da **Etapa 5**. Os panfletos podem ser visualizados no **ANEXO I**.

<b>Identificador do panfleto</b>	<b>Qual é o objetivo do grupo com esse panfleto?</b>
<b>Panfleto 1</b>	Conscientizar a sociedade sobre a influenza, seus perigos e causas, influenciando-as a se prevenir.
<b>Panfleto 2</b>	Conscientizar os leitores para que previnam melhor a si e aos outros contra possíveis doenças.
<b>Panfleto 3</b>	Explicar o que são variantes virais, como surgem e como evitá-las, com o foco nos vírus influenza e coronavírus.
<b>Panfleto 4</b>	Informar sobre a diferença que existe entre COVID-19 e influenza e qual a importância da vacina, da prevenção e dos sintomas.
<b>Panfleto 5</b>	Explicar sobre os vírus e variantes e também alertar sobre os riscos que eles trazem para a sociedade.
<b>Panfleto 6</b>	Objetivo é informa ao povo sobre os vírus causadores da doença e o mal que ele causa e falar um pouco sobre os meios de prevenção através das vacinas.
<b>Panfleto 7</b>	Nosso objetivo é alertar as pessoas sobre as doenças respiratórias.

Busca-se, com a divulgação científica, a formação de uma cultura científica, pois reunirá as condições necessárias para que a sociedade, de maneira geral, consiga compreender e ter acesso à Ciência e a condições de decidir assuntos que afetam sua vida sendo que esse conhecimento científico deve chegar ao público de diferentes maneiras (CANICALI; AMORIM; CAMPOS, 2015; FILHO; PINTO; SGARBI, 2015). Ainda, LIMA & GIORDAN (2017) ressaltam que o ensino que resulta na produção de materiais de divulgação científica, ainda que raros, podem contribuir significativamente com o ensino de ciências, uma vez que permite novas abordagens sobre temáticas científicas.

Concorda-se com CARVALHO (2018) quando a autora define como ensino por investigação o ensino dos conteúdos programáticos em que o professor cria condições em sua sala de aula para os alunos pensarem, falarem argumentativamente, lerem criticamente e escreverem suas ideias. Assim, a produção de material de divulgação científica pelos grupos de estudantes os torna protagonistas em seu processo de aprendizagem, envolvendo todos os pontos definidos pela autora. Além disso, permite a eles definir e construir acerca do que

entendem que foi mais importante na sua aprendizagem e, dentro disso, o que deveria ser compartilhado. Ademais, a divulgação proporciona o envolvimento de toda a comunidade escolar, compartilhando das informações científicas que foram assimiladas pelos estudantes durante a Sequência de Ensino Investigativa.

Quanto ao conteúdo dos panfletos produzidos pelos estudantes (**ANEXO I**) pode-se observar que os estudantes focaram nas informações que são pertinentes a saúde pública. Assim, os panfletos apresentam informações relacionadas a Virologia tendo enfoque na transmissão, imunização, sintomatologia e tratamentos da Influenza e ou da COVID-19. Quanto a Evolução, os **Panfleto 3**, **Panfleto 4**, **Panfleto 5** e **Panfleto 6** apresentam informações sobre a importância das variantes virais para a saúde pública. Assim, observa-se que, apesar do que foi trabalhado nas outras etapas, os estudantes entendem que os panfletos deveriam focar com maior grau nas informações referentes a Virologia e com menor grau a evolução viral. Isso é corroborado ao analisar os objetivos dos estudantes no **Quadro 6** em que somente os grupos de estudantes responsáveis pela produção do **Panfleto 3** e **Panfleto 5** possuem o objetivo de informar sobre as variantes virais.

As complexas relações entre aceitação da Evolução, compreensão da natureza da Ciência, conhecimento evolutivo e cultura dos estudantes, não podem ser tomadas como categorias universais e de modo independente do contexto cultural (BIZZO; ARAÚJO, 2021). Desse modo, devido à complexidade dos conceitos evolutivos, a baixa aplicabilidade e a rejeição a Evolução, infere-se que: ou os estudantes apresentaram insegurança para abordagem do tema; ou que os estudantes julgaram a usabilidade desses conceitos como não relevantes a serem compartilhados com a comunidade escolar; ou que os estudantes sofreram de uma barreira cultural que dificultou a aceitação e conseqüentemente o compartilhamento dos conhecimentos evolutivos.

Os produtos construídos pelos estudantes - as hipóteses, os argumentos, as respostas e os panfletos - e as discussões durante todas as etapas da Sequência de Ensino Investigativa mostraram que houve Alfabetização Científica dos estudantes quanto a mutação como mecanismo evolutivo de surgimento de variantes. Entretanto, como não houve em nenhum dos produtos a conceituação do fluxo gênico e da recombinação genética, mostrou-se que não houve Alfabetização Científica desses conceitos. Além disso, constatou-se que os estudantes se apropriaram do conhecimento de que as variações virais possuem impactos na saúde pública.

## 5 CONCLUSÃO

Este trabalho atingiu o objetivo de desenvolver uma Sequência de Ensino Investigativa acerca de Evolução contextualizada a Virologia com fundamentação teórica para a construção da Sequência de Ensino Investigativa organizada nas diferentes etapas do ensino por investigação. Com aplicação e aprimoramento o produto foi uma Sequência de Ensino Investigativa acerca da Evolução contextualizada a Virologia (**APÊNDICE I**) criando-se assim uma alternativa ao ensino de Evolução.

No que se refere à abordagem da contextualização entre Evolução e Virologia nos livros didáticos brasileiros do Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) do ano de 2020, constatou-se que apenas uma de sete coleções analisadas há essa abordagem. Ainda, que em duas outras coleções a abordagem contextualizada aparece de maneira insatisfatória para ser usada como recurso pelo professor.

Igualmente, para a Sequência de Ensino Investigativa produzida, este trabalho introduziu os estudantes aos preceitos científicos através, principalmente, da formulação de hipóteses e trouxe o protagonismo dos estudantes ao processo de ensino e aprendizagem.

Especificamente quanto a promoção da Alfabetização Científica dos estudantes em relação aos conceitos-chave da Evolução, observou-se que a Sequência de Ensino Investigativa produzida não os abrangeu em sua totalidade. Ainda que não se observe a assimilação quanto aos conceitos evolutivos de fluxo gênico e de recombinação genética, houve a aplicação de habilidades e competências relacionados aos preceitos e conhecimentos científicos. Assim, infere-se que este trabalho atingiu o objetivo específico de promover a Alfabetização Científica.

Finaliza-se este trabalho com um produto que é um recurso para que professores possam aplicar o ensino investigativo de Evolução contextualizado a Virologia com seus estudantes e para que editoras e autores de livros didáticos possam reavaliar a contextualização dos conteúdos de Biologia abordados em seus livros didáticos.

## REFERÊNCIAS

- ANDREATA, M. A. Aula Expositiva e Paulo Freire. *Ensino em Re-Vista*, v. 26, n. 3, p. 700–724, 11 out. 2019.
- BARDIN, LAURENCE. *Análise de Conteúdo*. Lisboa: Edições 70, 1977.
- BIZZO, N.; ARAÚJO, L. A. L. Ensino de Evolução: O Que Dizem as Pesquisas?. *Genética na Escola*, v. 16 (2), p. 440–449, 2021.
- BRASIL. Decreto Nº 9.099, de 18 de Julho de 2017. Dispõe sobre o Programa Nacional do Livro e do Material Didático. *Diário Oficial da União - Seção 1*, 18 jul. 2017.
- BRASIL. Base Nacional Comum Curricular. Ministério da Educação, 2018.
- BRASIL. Guia Digital PNLD 2021: Ciências da Natureza e Suas Tecnologias. Ministério da Educação, 2020. Disponível em: <[https://pnld.nees.ufal.br/pnld\\_2021\\_didatico/inicio](https://pnld.nees.ufal.br/pnld_2021_didatico/inicio)>. Acesso em: 13 mar. 2024
- CANICALI, M. A. F.; AMORIM, M. R.; CAMPOS, C. R. P. Projetos de Ciência na Escola: Contribuições para a Alfabetização Científica dos Alunos. Em: CAMPOS, C. R. P. (Ed.). *Divulgação Científica e Ensino de Ciências: Debates Preliminares*. 1. ed. Vitória: Editora Ifes, 2015. v. 04p. 74–84.
- CARNEIRO, M. H. DA S.; SANTOS, W. L. P. DOS; MÓL, G. DE S. Livro Didático Inovador e Professores: Uma Tensão a Ser Vencida. *Revista ENSAIO: Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 7, p. 101–113, 2005.
- CARVALHO, A. M. P. DE. Ensino e Aprendizagem de Ciências: Referenciais Teóricos e Dados Empíricos das Sequências de Ensino Investigativas - SEI. Em: LONGHINI, M. D. (Ed.). *O Uno e o Diverso na Educação*. 1ª Edição ed. Uberlândia: EDUFU - Editora da Universidade Federal de Uberlândia, 2011. p. 253–266.
- CARVALHO, A. M. P. DE. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, p. 765–794, jul. 2018.
- CARVALHO, A. M. P. DE; SASSERON, L. H. Ensino de Física por Investigação: Referencial Teórico e as Pesquisas Sobre as Sequências de Ensino Sobre Calor e Temperatura. *Ensino em Re-Vista*, v. 22, n. 2, p. 249–266, 15 dez. 2015.
- DALAPICOLLA, J.; SILVA, V. DE A.; GARCIA, J. F. M. Evolução Biológica Como Eixo Integrador da Biologia em Livros Didáticos do Ensino Médio. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, v. 17, n. 1, p. 150–173, 2015.
- DE MORAES, F. A.; SOARES, M. H. F. B. Construindo Conhecimento Sobre A Biologia Evolutiva No Ensino Médio: A Operação, A Assimilação E A Interação Lúdica Em Um Jogo Pedagógico. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 27, n. 1, p. 503–525, 1 abr. 2022.

DOBZHANSKY, T. Nothing in Biology Makes Sense Except in the Light of Evolution. *The American Biology Teacher*, v. 35, n. 3, p. 125–129. 1973.

FILHO, C. A. N.; PINTO, S. L.; SGARBI, A. D. Um Ensaio Sobre Divulgação Científica. Em: CAMPOS, C. R. P. (Ed.). *Divulgação Científica e Ensino de Ciências: Debates Preliminares*. 04. ed. Vitória: Editora Ifes, 2015. v. 04 p. 11–23.

FRANCO, L. G. Princípios Orientadores para uma Perspectiva Investigativa em Aulas de Biologia. Em: FRANCO, L. G. (Ed.). *Ensinando Biologia por Investigação: Propostas Para Inovar a Ciência na Escola*. São Paulo: Na Raiz, 2021. p. 18–41.

GIL, A. CARLOS. *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*. Sexta Edição. Editora Atlas, 2008.

GODOY, L. P. DE; AGNOLO, R. M. D.; MELO, W. C. DE. *Multiversos: Ciências da Natureza: Origens*. 1ª edição ed. São Paulo: Editora FTD, 2020. 4º Volume.

KARAS, M. B.; HERMEL, E. DO E. S.; GÜLLICH, R. I. DA C. Modalidades Didáticas: O Ensino de Virologia na Educação Básica. *Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio*, v. 11, n. 1, p. 73–87, 18 out. 2018.

KASSEBOEHMER, A. C.; FERREIRA, L. H. Elaboração de Hipóteses em Atividades Investigativas em Aulas Teóricas de Química por Estudantes de Ensino Médio. *Química Nova na Escola*, v. 35, p. 158–165, 2013.

KRASILCHIK, M. *Prática de Ensino de Biologia*. 4ª ed. São Paulo: Edusp, 2004.

KRIPKA, R. M. LUVEZUTE.; SCHELLER, MORGANA.; BONOTTO, D. DE LARA. *Pesquisa Documental: Considerações Sobre Conceitos e Características na Pesquisa Qualitativa*. v. 2: Atas – Investigação Qualitativa na Educação, 2015.

LIMA, G. DA S.; GIORDAN, M. Propósitos da Divulgação Científica no Planejamento de Ensino. *Revista Ensaio*, v. 19, n. 0, 7 dez. 2017.

LIMA, S. M. DE S.; ARAÚJO, M. DOS S.; LIMA, M. M. DE O. Metodologias Alternativas no Ensino de Evolução em uma Escola Pública do Piauí. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, v. 12, n. 1, p. 1–15, 1 jan. 2021.

LOPES, S.; ROSSO, S. *Ciências da Natureza: Lopes & Rosso: Evolução e Universo*. 1ª edição. São Paulo: Editora Moderna, 2020a. 1º Volume.

LOPES, S.; ROSSO, S. *Ciências da Natureza: Lopes & Rosso: Corpo Humano e Vida Saudável*. 1ª edição. São Paulo: Editora Moderna, 2020b. 5º Volume.

LÜDKE, MENGA.; ANDRÉ, MARLI. *Métodos de Coleta de Dados: Observação, Entrevista e Análise Documental*. Em: *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU, 1986. p. 35–44.

MARCONI, M. DE A.; LAKATOS, E. M. Fundamentos de Metodologia Científica. 8ª edição ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2017.

MINAS GERAIS. Currículo Referência de Minas Gerais. Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais, 2018.

MINAYO, M. C. DE S. Trabalho de Campo: Contexto de Observação, Interação e Descoberta. Em: MINAYO, M. C. DE S.; DESLANDES, S. F.; GOMES, R. (Eds.). Pesquisa Social: Teoria, Método e Criatividade. 26ª Edição ed. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 2007a. p. 61–77.

MINAYO, M. C. DE S. O Desafio da Pesquisa Social. Em: MINAYO, M. C. DE S.; DESLANDES, S. F.; GOMES, R. (Eds.). Pesquisa Social: Teoria, Método e Criatividade. 26ª Edição ed. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 2007b. p. 9–29.

MORTIMER, E. et al. Matéria, Energia e Vida: Uma Abordagem Interdisciplinar: O Mundo Atual: Questões Sociocientíficas. 1ª edição. São Paulo: Editora Scipione, 2020. 1º Volume.

MOURA, F. S. DE. A Importância dos Textos de Divulgação Científica nos Livros Didáticos de Língua Portuguesa. Linha Mestra, v. 16, n. 46, p. 351–361, 10 jun. 2022.

NETO, E. R. G. DE C. O Livro Didático e as Teorias Pedagógicas. HOLOS, v. 6, p. 402–414, 11 dez. 2015.

NETO, J. M.; FRACALANZA, H. O Livro Didático de Ciências: Problemas e Soluções. Ciência & Educação, v. 9, p. 147–157, 2003.

NUNES, T. DA S. Características das Hipóteses em Sequências Didáticas Investigativas. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2016.

OLIVEIRA, C. L. C. DE; MENEZES, M. C. F. DE; DUARTE, O. M. P. O ensino da teoria da evolução em escolas da rede pública de Senhor do Bonfim: análise da percepção dos professores de ciências do ensino fundamental II. Revista Exitus, v. 7, n. 3, p. 172, 14 set. 2017.

PIVATTO, W. B. Os Conhecimentos Prévios dos Estudantes Como Ponto Referencial para o Planejamento de Aulas de Matemática: Análise de Uma Atividade para o Estudo de Geometria Esférica. REVEMAT: Revista Eletrônica de Educação Matemática, v. 9, n. 1, p. 43–57, 18 ago. 2014.

RODRIGUES, F. O Uso da Biografia de Darwin para a Construção de Conceitos de Evolução Biológica: Uma Proposta de Sequência Didática. Trabalho de Conclusão de Mestrado - Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, 2022.

ROITMAN, R. Aula Expositiva. Revista Brasileira de Educação Médica, v. 05 (01), p. 38–41, 1981.

RUBINSTEIN, E. A Pergunta no Processo de Ensino-aprendizagem. *Revista Psicopedagogia*, v. 36, n. 111, p. 317–331, 2019.

SANTOS, M. DE A.; ROSSI, C. M. S. Conhecimentos Prévios dos Discentes: Contribuições para o Processo de Ensino-aprendizagem Baseado em Projetos. *Revista Educação Pública*, v. 20 (39), 2020.

SANTOS, N. S. DE O. Novos Desafios no Ensino da Virologia. *Revista Pan-Amazônica de Saúde*, v. 9, n. 1, mar. 2018.

SASSERON, L. H. Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação: Relações entre Ciências da Natureza e Escola. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, v. 17, p. 49–67, 2015.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. DE. Almejando a Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: A Proposição e a Procura de Indicadores do Processo. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 13, n. 3, p. 333–352, 2008.

SILVA, J. P. P. DA et al. “Mundo da Virologia”: Estratégia Didática no Ensino de Microbiologia. *Revista Insignare Scientia - RIS*, v. 4, n. 6, p. 265–281, 2021.

VASCONCELLOS, C. DOS S. Metodologia Dialética em Sala de Aula. *Revista de Educação AEC*, v. 83, abr. 1992.

## APÊNDICE I – SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA

Esta Sequência de Ensino Investigativa apresenta a finalidade de ser um recurso para o(a) professor(a) utilizar em sala de aula ao longo do ano letivo. Essa sequência é resultado de um aprimoramento de uma Sequência de Ensino Investigativa aplicada neste Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM). A sequência foi planejada para ser utilizada com estudantes do 3º ano do Ensino Médio, mas pode ser utilizado em outros anos ou, até mesmo, adaptada para o Ensino Fundamental.

A Sequência de Ensino Investigativa objetiva promover, através do ensino por investigação, o protagonismo do estudante em seu próprio processo de aprendizagem, a introdução dos estudantes aos preceitos científicos e a Alfabetização Científica dos estudantes em conceitos-chave da Evolução. Essa sequência aborda o ensino de Evolução contextualizado a Virologia, através de um Estudo de Caso e de diferentes momentos de discussões contextualizados a realidade dos estudantes. Essa sequência usa como forma de atingir o ensino por investigação o levantamento de hipóteses por parte dos estudantes e, posteriormente, as discussões e arguição das hipóteses levantadas.

Os conceitos-chave de Evolução que são abordadas pela Sequência de Ensino Investigativa são os mecanismos evolutivos: mutação, fluxo gênico e recombinação genética. Em segundo plano, os conceitos-chave de mecanismos evolutivos são: seleção natural e deriva genética, mas entende-se não serem o objetivo principal dessa Sequência de Ensino Investigativa. Entende-se que o(a) professor(a) que utilizar deste produto pode adaptar os conceitos-chave de acordo com a necessidade que o contexto de ensino do mesmo apresentar. Da mesma maneira, pode-se adaptar a sequência para que ela apresente uma maior ou menor complexibilidade de conceitos-chaves relacionados a Virologia, o que não é o objetivo da sequência.

Este material apresenta um quadro com a síntese da Sequência de Ensino Investigativa (**Quadro 7**) e a descrição detalhada de cada uma das cinco etapas dessa sequência. Sendo que cada etapa é organizada para durar uma aula de 50 minutos. Para a aplicação da sequência utiliza-se como material apenas a impressão das fichas técnicas que podem ser encontradas no **APÊNDICE II** juntamente com o contexto do Estudo de Caso. Quanto ao que se refere a **Etapa 5** da sequência, pode ser necessário a utilização de um laboratório de informática pelos estudantes.

**Quadro 7:** Síntese da Sequência de Ensino Investigativa versão final.

<b>Etapas</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Atividades</b>
1	Levantamento dos conhecimentos prévios.	Construção de uma discussão através da pergunta didática-norteadora: “O que quer dizer ‘viralizou?’”, de maneira que a todos os conceitos relacionados a Virologia e Evolução que emergem sejam discutidos.
2	Explicações causais e de construção de hipóteses.	Formação de grupos de estudantes e a introdução do contexto e do material do Estudo de Caso, como apresentado no <b>APÊNDICE II</b> . Construção de hipóteses pelos grupos respondendo à pergunta científica: “Como surgem as variantes virais?”.
3	Levantamento de argumentação e arguição das hipóteses.	Criação de um debate para que os estudantes expliquem e argumentem as hipóteses construídas na etapa anterior. Os estudantes devem entrar em um consenso sobre quais são as hipóteses mais sólidas, de forma a tentar validá-las ou refutá-las.
4	Construção coletiva de conclusões.	Construção de um debate em que o professor analisa junto a turma as hipóteses que os estudantes selecionaram na etapa anterior como sendo as mais sólidas. Assim, o professor vai encaixando as hipóteses dentro dos tópicos da Teoria Sintética da Evolução. Após isso, apresenta-se os elementos dentro da Teoria Sintética da Evolução que não foram levantados.
5	Desenvolvimento de uma apresentação a comunidade das informações e conclusões obtidas ao longo da Sequência de Ensino.	Reunião dos grupos para que construam panfletos informativos. O objetivo destes panfletos é que sejam distribuídos para a comunidade escolar contendo informações exploradas ao longo da Sequência de Ensino Investigativa, elencadas pelos próprios estudantes como mais importantes a serem compartilhadas.

### **Etapa 1**

**Objetivo:** Levantamento dos conhecimentos prévios de forma contextualizada ao cotidiano.

**Descrição:** Durante a etapa, registra-se em forma de tópicos no quadro e discute-se as informações mais importantes que os estudantes apresentarem para os questionamentos que serão realizados. Iniciando a aula, escreve-se no quadro a seguinte pergunta didática “O que quer dizer ‘viralizou?’”. Com esta pergunta inicia-se uma discussão com os estudantes com base em seus conhecimentos prévios. De maneira a relacionar o contexto das redes sociais com as características da transmissibilidade viral e de dar continuidade à discussão, realiza-se no quadro a pergunta didática-científica: “Qual a relação entre o termo ‘viralizou’ e os vírus?”

e, posteriormente, a pergunta didática-epistêmica: “Quais são os conceitos científicos que podemos concluir dessa discussão?”. Os estudantes também registram as suas respostas em uma folha e entregar ao professor.

## **Etapa 2**

**Objetivo:** Explicações causais e de construção de hipóteses pelos estudantes trabalhando com evidências.

**Descrição:** Organiza-se os estudantes em grupos de três a cinco integrantes e é apresentado o Estudo de Caso referente as variantes virais de SARS-CoV-2 e Influenza, como apresentado no **APÊNDICE II**. Assim, os estudantes possuem acesso ao contexto e material com informações das duas diferentes doenças respiratórias virais, tendo o enfoque nas diferentes variantes dos agentes causais, para se entender a importância das variantes para a saúde pública. Dá-se um tempo, que pode variar de 20 a 30 minutos para que os grupos possam avaliar o contexto e as fichas técnicas. Durante este tempo, os grupos de estudantes são instigados com perguntas científicas como: “Como as variantes virais podem interferir na resistência que as pessoas possuem ao agente?”, “Como as variantes virais podem interferir na eficácia de uma vacina ou tratamento?” e “Por que essas variantes são ou podem ser importantes no controle das doenças?”. A partir do Estudo de Caso os grupos de estudantes constroem uma hipótese que responde a seguinte pergunta científica-norteadora: “Como surgem as variantes virais?”. Os estudantes registram suas hipóteses em uma folha e a entregam para o professor.

## **Etapa 3**

**Objetivo:** Levantamento de argumentação e arguição das hipóteses.

**Descrição:** Abre-se um debate, através de uma roda de conversa, para que os grupos possam explicar e argumentar as hipóteses construídas na etapa anterior. Os estudantes também precisam debater para tentarem entrar em um consenso sobre quais as hipóteses que melhor explicam como surgem as variações virais, de forma a tentar validá-las ou refutá-las. O professor se posiciona como moderador durante o debate promovendo a discussão com perguntas didáticas: “Essa hipótese faz sentido?”, científicas: “Há erros conceituais nessa hipótese?” e epistêmicas: “Podemos validar ou refutar essa hipótese com base na argumentação apresentada?” além de outras que surjam ao longo da discussão. Os estudantes

podem utilizar o quadro ou qualquer outro recurso que desejarem para apresentar suas hipóteses e argumentações. As argumentações que aparecem são registradas pelos estudantes em uma folha e entregue para o professor.

#### **Etapa 4**

**Objetivo:** Construção coletiva de conclusões sobre as hipóteses e argumentos apresentados.

**Descrição:** O professor analisa junto a turma, de maneira dialética construindo um debate, as hipóteses que os estudantes selecionaram na etapa anterior como sendo as mais sólidas. De maneira a guiar este debate, o professor encaixa as hipóteses dentro dos tópicos da Teoria Sintética da Evolução. Assim, é abordado os pontos que os estudantes conseguiram levantar. O professor, durante o processo ou ao finalizar a discussão, pode apresentar pontos da Teoria da Evolução que não foram levantados pelos estudantes, como mecanismos evolutivos de surgimentos de variantes de escolha das variantes. Assim, também pode-se utilizar dessa informação para se guiar futuras sequências ou trabalho que abordem pontos da Teoria Sintética da Evolução que não foram abordados.

#### **Etapa 5**

**Objetivo:** Desenvolvimento de uma apresentação a comunidade das informações e conclusões que foram obtidas ao longo da Sequência de Ensino Investigativa.

**Descrição:** De maneira a finalizar a Sequência de Ensino Investigativa, propõe-se a construção de panfletos pelos estudantes. Os mesmos grupos da **Etapa 2** são reunidos para a construção de panfletos informativos. O objetivo é que estes sejam distribuídos para a comunidade escolar durante algum evento que haja a participação das famílias dos estudantes. Estes panfletos precisam conter informações sobre o que foi estudado ao longo da Sequência de Ensino Investigativa, com o conteúdo em que os próprios estudantes julguem como mais importante a ser compartilhado com a comunidade, tendo assim liberdade na formulação e design. Esses panfletos precisam ser feitos em formatos digitais pelo *software* de preferência do estudante para serem impressos pela escola. Por fim, no ato de entrega dos modelos dos panfletos é realizada a pergunta epistêmica: “Qual é o objetivo do grupo com esse panfleto?”. As respostas são registradas pelos estudantes em uma folha e entregue para o professor.

## APÊNDICE II - CONTEXTO DO ESTUDO DE CASO

O contexto é de que os estudantes se colocam no lugar de um pesquisador que está tentando entender e avaliar as variações virais no controle de doenças respiratórias para que esta informação seja levada em consideração em políticas públicas de controle a estas doenças e de divulgação de informações científicas a sociedade. Estes pesquisadores se encontraram em um cenário hipotético em que está se aumentando o número registro de casos de pessoas com problemas respiratórias causadas por infecções virais e, com grande preocupação pública, do aumento do número de casos graves. Assim, os estudantes-pesquisadores possuem a função de investigar as variantes virais, de maneira a entender como elas surgem e quais seriam os seus impactos. Para uma melhor argumentação e construção de conhecimento, os estudantes-pesquisadores foram organizados em grupos, chamados de grupos de pesquisa, possuindo de três a cinco participantes.

Neste contexto, os grupos de pesquisa precisam investigar o aumento do número de casos de pessoas com problemas respiratórios, utilizando como ponto de partida a análise de duas fichas técnicas produzidas pelo professor. Estas fichas técnicas apresentam informações sobre dois grupos virais causadores de doenças respiratórias, o SARS-CoV-2 (*Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2*) e a Influenza (**Ficha Técnica 2**). As informações destas fichas estão relacionadas a doença causada pelos vírus, suas formas de transmissão, suas variantes e a importância para a saúde pública. A partir do estudo destas fichas dentro do contexto apresentado que os estudantes construiram hipóteses e suas argumentações.

### Ficha Técnica 1 - SARS-CoV-2

**Doença que pode causar:** COVID-19 (*Corona Virus Disease*), podendo acarretar uma Síndrome Respiratória Aguda Grave (SRAG).

**Forma de transmissão:** O vírus pode ser transmitido pela boca ou pelo nariz de uma pessoa infectada, através pequenas partículas líquidas expelidas quando tosse, espirram, falam ou respiram. A infecção pode ocorrer caso alguém inale o vírus quando estiver perto de alguém que tenha COVID-19 ou ao tocar em uma superfície contaminada e, em seguida, passar as mãos nos olhos, no nariz ou na boca.

**Variantes:** O vírus apresenta diferentes variantes, que são nomeadas por letras gregas. Essas variantes estão principalmente associadas a modificações na proteína *spike* do vírus, que está

diretamente associada a capacidade de penetração do vírus nas células humanas, aumentando ou diminuindo sua virulência e transmissibilidade. A variante de maior importância atual é a Ômicron e suas subvariantes (Omicron BA, Omicron BQ e Omicron XBB). Historicamente podemos citar as variantes Alpha, Delta, Epsilon, Gamma como variantes foram dominantes, mas atualmente não estão mais em circulação na população.

**Importância para a saúde pública:** Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), até 19 de julho de 2023, houve globalmente mais de 768 milhões casos confirmados de COVID-19, resultando em 6,9 milhões de mortes. No Brasil, segundo o Painel Coronavírus do Ministério da Saúde, em 21 de julho de 2023, houve mais de 37,7 milhões de casos confirmados de COVID-19, resultando em 704 mil mortes.

## **Ficha Técnica 2 - Influenza**

**Doença que pode causar:** Podem causar gripe (infecção aguda do sistema respiratório), podendo acarretar uma pneumonia.

**Forma de transmissão:** O vírus pode ser transmitido pela boca ou pelo nariz de uma pessoa infectada, através pequenas partículas líquidas expelidas quando tosem, espirram, falam ou respiram. A infecção pode ocorrer caso alguém inale o vírus quando estiver perto de alguém que tenha influenza ou ao tocar em uma superfície contaminada e, em seguida, passar as mãos nos olhos, no nariz ou na boca.

**Variantes:** O vírus apresenta diferentes variantes, que são nomeadas como Tipo A, B, C e D. O Tipo A, são de maior importância epidemiológica e possuem ainda marcações de subvariantes, essas variantes estão principalmente associadas a modificações nas proteínas hemaglutinina (H) e neuraminidase (N) que estão diretamente associadas a capacidade de penetração do vírus nas células humanas e a liberação dos novos vírus no organismo humano, que podem aumentar ou diminuir sua virulência e transmissibilidade. Essas subvariantes são nomeadas como Tipo A H1N1 ou Tipo A H2N3, de acordo com a variedade identificada dessas proteínas.

**Importância para a saúde pública:** A influenza é um dos maiores desafio a saúde pública mundial. A Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que ocorra, globalmente, cerca de 1 bilhão de casos por ano, sendo 5 milhões de casos graves que resultam entre 290 e 650 mil montes por ano. Devido a isso é recomendado a vacinação anual de influenza para suas

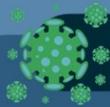
variantes mais comuns, de forma a previna-las. No Brasil, segundo o Ministério da Saúde (MS), houve confirmados mais de 11 mil casos graves de infecção por influenza, que resultaram em cerca de 1,5 mil óbitos.

## ANEXO I – PANFLETOS PRODUZIDOS PELOS ESTUDANTES

# INFLUENZA

## O QUE É, E QUAL SUA IMPORTÂNCIA?

A INFLUENZA, OU GRIPE, É UMA DOENÇA VIRAL RESPIRATÓRIA CONTÁGIOSA QUE AFETA HUMANOS E ANIMAIS, SENDO IMPORTANTE DEVIDO À SUA CAPACIDADE DE CAUSAR EPIDEMIAS SAZONAIS E, OCASIONALMENTE, PANDEMIAS.



## VARIANTES

POSSUEM VÁRIAS VARIANTES SAZONAIS, SENDO CLASSIFICADAS EM TRÊS TIPOS: A, B E C. A VARIANTE A É A MAIS SIGNIFICATIVA, POIS PODE SOFRER MUTAÇÕES FREQUENTES, LEVANDO A SURTOS E PANDEMIAS.



## TRATAMENTOS

- \*REPOUSO, HIDRATAÇÃO,
- \*MEDICAMENTOS ANTIVIRAIS (EM ALGUNS CASOS), ANALGÉSICOS PARA ALÍVIO DOS SINTOMAS, COMO FEBRE E DOR;
- \*CONSULTAR UM MÉDICO É APROPRIADO EM CASOS GRAVES.



## TRANSMISSÃO

É TRANSMITIDA PRINCIPALMENTE ATRAVÉS DE GOTÍCULAS RESPIRATÓRIAS NO AR QUANDO UMA PESSOA INFECTADA TOSSE, ESPIRRA OU FALA. O CONTATO DIRETO COM SUPERFÍCIES CONTAMINADAS TAMBÉM É UMA VIA DE TRANSMISSÃO.



## COMO SE PREVINIR?

- \*VACINAÇÃO ANUAL;
- \*PRÁTICAS DE HIGIENE, COMO LAVAR AS MÃOS REGULARMENTE;
- \*EVITAR CONTATO PRÓXIMO COM PESSOAS INFECTADAS...



**Panfleto 1:** Face única de um panfleto que foi produzido e distribuído por um dos grupos de estudantes.



**Panfleto 2:** Frente e verso de um panfleto dobrável em três partes que foi produzido e distribuído por um dos grupos de estudantes.

### O que são variante?

Basicamente, os vírus são partículas constituídas de material genético, que pode ser DNA ou RNA, envolvidas em uma cápsula de proteína. Ele tende a mutar-se quanto mais se espalha, e, quando isso acontece, pode mudar sua estrutura inicial, tornando-o uma variante.

### Como Surgem novas variantes?

Basicamente, os vírus são partículas constituídas de material genético, que pode ser DNA ou RNA, envolvidas em uma cápsula de proteína. Ele tende a mutar-se quanto mais se espalha, e, quando isso acontece, pode mudar sua estrutura inicial, tornando-o uma variante.

## Produzido por:

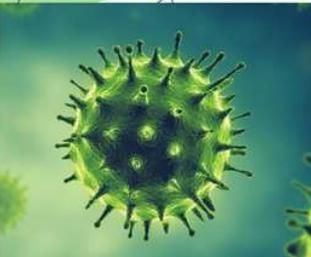
Gabriel Bispo Botelho  
M. Eduarda Rodrigues  
Camila Vitoria

# Variantes da influenza e coonavírus



---

### Influenza



Pertence a família orthomyxoviridae, pode-se expressar como influenza A, B e C, sendo o vírus envelopado de RNA negativo com fita única, capaz de causar pandemias.

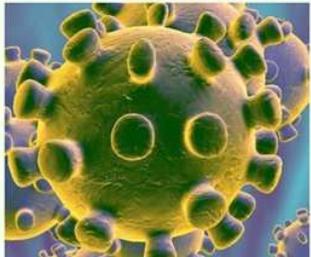
### Algumas variantes

O tipo A da influenza é classificado em subtipos, como o A (H1N1) e o A (H3N2). Já o tipo B é dividido em duas linhagens: Victoria e Yamagata.

### Como evitar novas variantes?

Especialistas concordam que desacelerar ou interromper a transmissão é a única maneira de evitar o aparecimento de novas variantes. Os especialistas recomendam manter todas as medidas de saúde pública onde o vírus está circulando, independentemente das variantes.

### Coronavírus

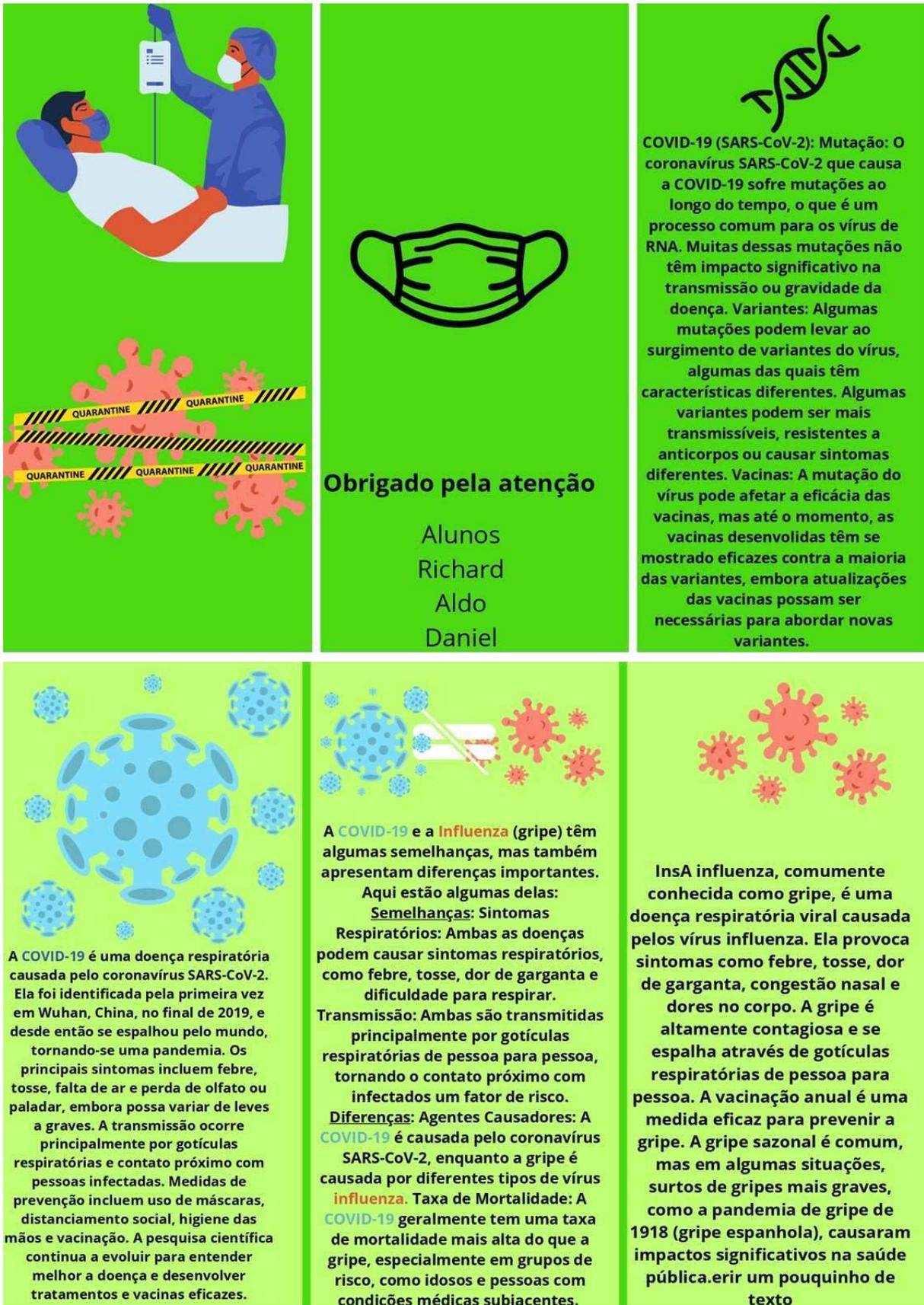


Ele pertence à família de vírus de mesmo nome que causa infecções respiratórias. O vírus tem esse nome porque seu formato, quando observado em microscópio, se assemelha a uma coroa.

### Algumas variantes

Alfa, Beta, Gama e Delta.

**Panfleto 3:** Frente e verso de um panfleto dobrável em três partes que foi produzido e distribuído por um dos grupos de estudantes.



**Panfleto 4:** Frente e verso de um panfleto dobrável em três partes que foi produzido e distribuído por um dos grupos de estudantes.



**Panfleto 5:** Frente e verso de um panfleto dobrável em três partes que foi produzido e distribuído por um dos grupos de estudantes.

## Covid-19

É uma doença causada pelo novo tipo de coronavírus identificado neste ano, que leva o nome de SARS-CoV-2. Ele pertence à família de vírus de mesmo nome que causa infecções respiratórias. O vírus tem esse nome porque seu formato, quando observado em microscópio, se assemelha a uma coroa.



## Sintomas do covid-19



- febre (temperatura axilar > 37,8°C) ou sensação febril;
- calafrios;
- tosse;
- dor de garganta;
- dor de cabeça;
- congestão nasal (coriza);
- problemas no olfato ou no paladar.

## Influenza/Gripe

A influenza é também conhecida como gripe, é uma infecção do sistema respiratório cuja principal complicação são as pneumonias, responsáveis por um grande número de internações hospitalares no país. Existem 3 tipos de vírus influenza: A, B e C.



## Sintomas

Os sintomas são febre alta no início do contágio, inflamação na garganta, calafrios, perda de apetite, irritação nos olhos, vômito, dores articulares, tosse, mal-estar e diarreia, principalmente em crianças.

Feito por: Daniel d luz, Laila, Marcela v, victor, kauã cesar e juliana/302

## O que são os vírus?

Vírus são organismos acelulares, ou seja, não são constituídos por células mas por uma cápsula proteica que envolve seu material genético, que pode ser uma molécula de DNA ou RNA ou ainda os dois juntos.



## Tipos de vírus

*Os vírus são classificados de acordo com o tipo de ácido nucleico, de acordo com a forma do capsídeo e também pelos organismos que eles são capazes de infectar. Veja os exemplos a seguir.*

- Adenovírus: formados por DNA, por exemplo o vírus da pneumonia.
- Retrovírus: formados por RNA, por exemplo o vírus HIV.
- Arbovírus: transmitidos por insetos, por exemplo o vírus da dengue.
- Bacteriófagos: vírus que infectam bactérias.
- Micófitos: vírus que infectam fungos.

## variantes virais

Em microbiologia e virologia, o termo variante ou "variante genética" é usado para descrever um subtipo de um microrganismo que é geneticamente distinto de uma cepa principal, mas não suficientemente diferente para ser denominado uma cepa distinta.

### como ocorre as variantes?

Durante a infecção, o vírus faz cópias de seu RNA; um erro gera uma mutação, que pode mudar suas características.



**Panfleto 6:** Frente e verso de um panfleto dobrável em três partes que foi produzido e distribuído por um dos grupos de estudantes.

## prevenções



higienizar as mãos



vacinação



não compartilhar  
objetos pessoais



evite ficar perto de  
pessoas com  
sintomas

## corona vírus

### O QUE CAUSOU O CORONA VÍRUS?

Os cientistas pensam que a resposta para como surgiu o novo coronavírus esteja na transmissão por meio de animais, de forma semelhante aos vírus de 2003 — que infectou os humanos em contato com morcegos infectados. Pensa-se que provavelmente os animais hospedeiros estavam sendo vendidos no mercado de Wuhan.



### O QUE FAZER PARA PREVINIR O CORONA VÍRUS?

Evitar tocar olhos, nariz e boca com as mãos não higienizadas. Se tocar, sempre higienize as mãos como já indicado. Manter uma distância mínima de cerca de um (1) metro de qualquer pessoa tossindo ou espirrando. Evitar contato físico com pessoas com sintomas gripais, independente do uso de máscara.

## gripe

### O QUE É A INFLUENZA?

A gripe é uma infecção aguda do sistema respiratório, provocada pelo vírus da influenza, com grande potencial de transmissão. Existem quatro tipos de vírus influenza/gripe: A, B, C e D. O vírus influenza A e B são responsáveis por epidemias sazonais, sendo o vírus influenza A responsável pelas grandes pandemias.



### COMO SABER SE É GRIPE OU RESFRIADO?

Seus primeiros sinais costumam ser coceira no nariz ou irritação na garganta, os quais são seguidos após algumas horas por espirros e secreções nasais. A congestão nasal também é comum nos resfriados, porém, ao contrário da gripe, a maioria dos adultos e crianças não apresenta febre ou apenas febre baixa.

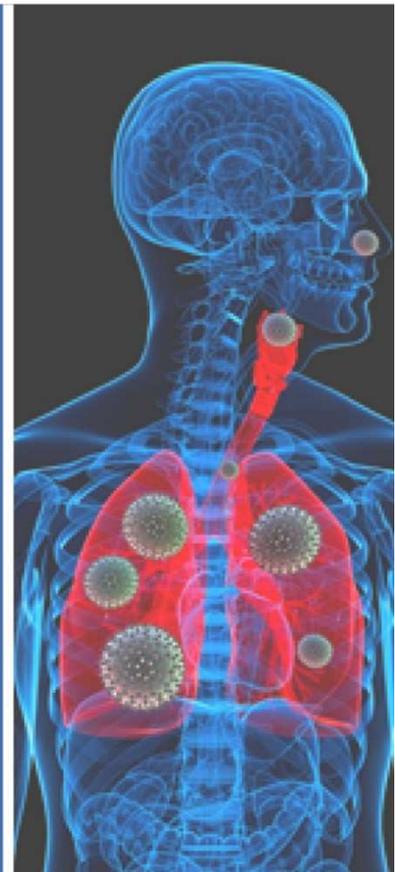
## DOENÇAS RESPIRATÓRIAS



Desenvolvido por:

Ingrid Rafaela  
Kellen Silva  
Ludimila Rodrigues  
Marcela Lizie  
Kawan Phelipe

Turma: 302



**Panfleto 7:** Frente e verso de um panfleto dobrável em três partes que foi produzido e distribuído por um dos grupos de estudantes.